INSPECCIÓN DE EDUCACIÓN

Documentos de Trabajo, 19

PROCESOS COGNITIVOS Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

Manuel Rivas Navarro





PROCESOS COGNITIVOS
Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

M. Rivas Navarro



Esta obra está editada por la
Subdirección General de Inspección Educativa de la Viceconsejería
de Organización Educativa de la Comunidad de Madrid

Preimpresión
Ilustración 10, Servicios Gráficos
Impresión
BOCM
Tirada: 1.500 ejemplares
DL: M-21186-2008
ISBN: 978-84-451-3132-9
Printed in Spain

MANUEL RIVAS NAVARRO, nacido en Cotobad (Pontevedra) es doctor en Filosofia y Letras (sobresaliente cum laude y premio extraordinario) por la Universidad Complutense (Madrid). Inspector de Educación y catedrático de Pedagogía, por oposición, ha ejercido la docencia en los distintos niveles educativos. Durante muchos años ha desarrollado las tareas docentes e investigadoras en las universidades de Valladolid y Complutense.

Sus intereses científicos se han centrado en el aprendizaje escolar particularmente en los sistemas didácticos de aprendizaje individualizado y socializado, sobre cuyos temas ha publicado numerosos artículos y capítulos de libros en colaboración con otros autores. Cabe mencionar su primero sobre La enseñanza individualizada: principios y técnicas (Cedodep, 1966) y su libro más reciente sobre Metodología de los microgrupos en el aprendizaje curricular (CAM, 2002)

Asimismo se ha ocupado del cambio y la innovación educativa en el ámbito escolar, resultado de cuyos trabajos es su libro: Innovación educativa: teoría, procesos y estrategias (Síntesis, 2000).



A Víctor Manuel e Iván

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN: A LA ATENCIÓN DE LOS PROFESORES

Este libro trata del funcionamiento de la mente, ocupándose de los procesos básicos de la mente humana en la adquisición o elaboración y utilización del conocimiento, especialmente de cómo operan en el aprendizaje más específicamente humano, consistente en la comprensión o construcción de significados por el aprendiz.

Se pretende ofrecer al docente un conocimiento de los temas básicos de psicología cognitiva, de los hallazgos de la investigación en esta disciplina y elaboraciones teóricas en que se encuadran, relacionados con los procesos de aprendizaje en el ámbito escolar, que la acción docente propicia, impulsa y guía.

Está destinado, pues, a quienes estén interesados en saber algo más acerca los procesos cognitivos o cognoscitivos que lleva a cabo el alumno, como aprendiz, de modo que puedan favorecerlos mediante la acción docente, actuando conforme a los mismos y, por supuesto, no en forma antagónica a ellos.

Quien aprende es el alumno, por lo que se denomina aprendiz, sin que nadie pueda hacerlo por él; como nadie puede conducir un automóvil por otro. Si alguien lo hiciese y lo hiciese siempre, entonces terminaría convirtiéndose en un experto conductor, mientras que la persona sustituida sería siempre un incompetente conductor, sin merecer incluso tal nombre. Conductor es quien conduce y aprendiz quien aprende, con todas las ayudas que se quiera; pero, llevando a cabo, por sí mismo, las actividades pertinentes circulando por las grandes avenidas conducentes a un aprendizaje efectivo y fecundo.

Un principio unánimemente aceptado es que la causa eficiente de todo aprendizaje fecundo, específicamente humano, es la actividad mental elaborativa del alumno y que tales elaboraciones las realiza esencialmente a partir de las experiencias y conocimiento previo, en sucesivos procesos constructivos o reconstructivos, siendo el significado el factor capital.

Por consiguiente, como hemos venido sosteniendo a los largo de nuestra docencia universitaria y publicaciones precedentes, el principio de la actividad discente constituye el principio fundamental de la didáctica, del que se derivan o al que se subordinan todos los demás principios.

¿Entonces, en que consiste la función del docente? Pues, se trata de una función muy importante: la sustancial función de ayudar al discente en las actividades cognitivas que realiza para que aprenda más y mejor, sin cuya ayuda las actividades del aprendiz discurrirían de modo menos fecundo y más disperso en el proceso de aprendizaje de los contenidos y el logro de los objetivos.

Los docentes, en general, son conscientes de que también aprenden mediante el ejercicio de la docencia; pero, de lo que se trata es que aprendan los otros.

En cualquier situación o proceso de aprendizaje intervienen factores diversos de índole psicológica cuyo conocimiento es tan importante para el docente como lo es para el médico el conocimiento de la anatomía y la fisiología del cuerpo humano. Repárese en que es el paciente quién se cura, con la ayuda de la medicina. De aquí la importancia del médico, aunque, a veces, esa ayuda no resulte suficiente. Análogamente, el conocimiento de los principios básicos de la psicología cognitiva servirá al profesor para prestar al aprendiz una más eficiente ayuda en el procesamiento de la información y el logro de un aprendizaje significativo.

Sin embargo, es necesario moderar las propias expectativas respecto de las virtualidades de este tipo de conocimiento; pues, como la pedagogía, la psicología es una ciencia relativamente joven y su objeto científico más complejo y más difícilmente accesible que el de la medicina. No obstante los notables avances en las últimas décadas, aún se necesita más investigación y elaboraciones teóricas para ofrecer un marco más amplio y firme al quehacer docente.

Los datos, conceptos y proposiciones contenidos en los capítulos sucesivos conforman un conjunto organizado de conocimientos, constituyendo un marco psicológico global de referencia a partir de los cuales el profesor puede llevar a cabo la construcción de sus propios saberes y subsiguiente utilización de los mismos.

El primer capítulo, de carácter introductorio, tiene el propósito de favorecer la evocación de las experiencias propias y saberes previos del lector, a los efectos de que los enlace y acomode a los conceptos primarios que se exponen, sirviéndole de anclaje para interpretación y asimilación de los contenidos subsiguientes.

Un paso más en la secuencia lo constituyen los capítulos segundo y tercero, en los que se resume lo sustancial de los dos grandes paradigmas que han regido en los estudios e investigaciones de psicología a lo largo del siglo XX. Si bien el paradigma conductista ha ido declinando con gran rapidez en la segunda parte del pasado siglo, continua siendo un referente, al que se alude frecuentemente en los textos, sea para establecer ciertos contrastes, sea para demarcar al paradigma cognitivo o bien para realizar nuevas interpretaciones, bajo los supuestos cognitivos, de los hechos que los psicólogos conductistas habían descrito con su característico rigor metodológico.

En el largo capítulo tercero se resumen los fundamentos y principios sustanciales del paradigma cognitivo, ligados a su proyección pedagógica, en sus aspectos fundamentales, especialmente en lo concerniente al aprendizaje significativo o construcción de significado en el proceso de aprendizaje.

En los ocho capítulos siguientes se exponen los temas nucleares de la psicología cognitiva, prestando una proporcionada atención a sus facetas más relevantes y hallazgos más sólidos, por el momento; así como a aquellos aspectos que más directamente contribuyen a la comprensión de los procesos de aprendizaje. Pero, en todo caso, se presentan conforme a la propia organización temática de la psicología cognitiva (atención, percepción, memoria,...), sin desgajarlos del contexto propio de esta ciencia.

Se presentan, pues, en el marco de la sistemática propia de la disciplina psicológica, en lugar de espigar y desgranar aquella información o serie de conceptos que parecen estar más directamente vinculados a una mas inmediata aplicación al ámbito del aprendizaje escolar. Esto último puede encontrarse en algunos libros al uso, en los que se presenta una especie de catálogo de conocimientos o forma peculiar de conclusiones extraídas de elaboraciones llevadas a cabo en el ámbito de la disciplina psicológica. Aislados del contexto conceptual, epistemológico y metodológico del que son extraídos pierden el significado que les confiere la red de conceptos con los que se relacionan y, a veces, carentes de sentido, resulta difícil su integración en el pensamiento y, por tanto, su virtualidad en la acción docente.

En virtud de este planteamiento, algunos epígrafes pueden parecerle al lector dilatadas digresiones, en las que no encuentra qué ideas puede extraer susceptibles de su utilización en la acción docente, como algún epígrafe dentro del tema de la percepción. Sin embargo, su exclusión podría restar sentido y justificación a aquellos otros conceptos que tienen relevancia para el aprendizaje.

En esta línea expositiva, aunque se han reducido las alusiones a los crecientes avances de la neurociencia, no se han excluido, a pesar de hallarse alejados de una directa proyección docente, por el momento. En efecto, el lector puede pensar, no sin razón, que tales alusiones resultan innecesarias o inútiles ya que sus intervenciones docentes no pueden incidir en las regiones cerebrales como el lóbulo temporal medial o el hipocampo, por muy importantes que sean como substratos neurales de los procesos cognitivos. Sin embargo, el conocimiento de los hallazgos que se van obteniendo, particularmente mediante la neuroimagen, favorece la justificación y entendimiento de ciertas facetas o aspectos de determinadas estructuras y procesos cognitivos de especial relevancia, como, por ejemplo, los distintos tipos o formas de la memoria, (semántica, episódica y procedimental) o sus procesos sustanciales (codificación y recuperación) de los que tratan de dar cuenta las investigaciones de la neurociencia y neuropsicología.

Por otra parte, con carácter general, siempre ha estado presente el propósito de favorecer la comprensión de los contenidos expuestos a lo largo de los suce-

sivos capítulos utilizando, a veces, una moderada redundancia, procurando que cada uno de los temas sirva de anclaje de los subsiguientes.

Asimismo, se ha pretendido emplear un lenguaje y estilo lo más sencillo de que hemos sido capaces. Se han reducido los anglicismos al mínimo posible, optando, en varios casos, por utilizar el propio término ingles a emplear un barbarismo estridente en el ámbito morfofonológico de la lengua española. Por ejemplo, se ha preferido el término *conceptuar* al de *conceptualizar* y otros casos semejantes que el lector percibirá con facilidad. Por supuesto, están excluidos aquellos dislates que se encuentran en algunas traducciones, a veces reiteradamente, como traducir por droga (*drug*) lo que corresponde en español a medicamento o fármaco; emplear pájaro (*bird*) cuando el contexto indicaba claramente la referencia ave, particularmente perturbador al tratarse del concepto de categorías naturales (peces, reptiles, anfibios, aves, mamíferos); sustituir bibliografía (bibliografía sobre el tema), por literatura, que en español tienen significado netamente diferente; en vez de la letra E para simbolizar *estímulo*, utilizar la S, inconcebible si no se recuerda la palabra inglesa (*stimulus*), etc.

No deberá extrañar al lector, y probablemente así sea, la predominancia de las fuentes bibliográficas de origen anglosajón, especialmente estadounidenses; pues de allí provienen los resultados de las investigaciones mas abundantes y solventes del campo de la psicología y la educación, al igual que ocurre en los campos de la física, la biología, la química o la bioquímica. Resulta extraordinariamente elocuente la frecuencia y persistencia con que esas mismas fuentes son utilizadas por aquellos antiamericanos militantes que rechazan aquel modelo de organización social por preferir el otro modelo que ya no existe.

No obstante, es notorio que la proliferación de citas perturba la lectura fluida de un texto y puede entorpecer la comprensión del mensaje, equivaliendo a lo que en la teoría de la comunicación se denomina "ruido". Por tanto, además de reducirlas a las indispensables, las hemos situado, cuando resultaba posible, al final del párrafo o epígrafe. Sin embargo, son necesarias las referencias a aquellos resultados de la investigación en las que se apoyan las aserciones que se formulan y las referencias a las elaboraciones teóricas en que aquellas se inscriben. A veces, también son convenientes ciertas referencias a textos donde el lector pueda ampliar sus saberes sobre una cuestión considerada de interés o especialmente relevante, en cuyo caso hemos consignado la traducción española cuando existía y conocíamos su existencia, que acaso no haya sido siempre. Pero, hemos procurado alejarnos de la manifiesta obsesión del autor joven y del no tan joven por la exuberancia de citas, especialmente de las fechas más recientes (*opporture, in-opportune)* en la perspectiva de que su constatación por los colegas pondrá de relieve su extensa información

y superior actualización. Pero, este pequeño libro no ha sido escrito con la expectativa de su lectura por los especialistas en psicología, psicología de la educación o psicología de la instrucción; sino de los especialistas en lingüística, historia, química o economía, quienes por vocación, conveniencia o necesidad se proponen dedicarse a la tarea docente o ya la ejercen, sin el conveniente conocimiento de los temas que aquí se exponen.

Por último, es justo y necesario manifestar el reconocimiento y deuda intelectual con aquellas personas que, más o menos directamente, impulsaron en el transcurso del tiempo o han contribuido ahora a la plasmación de las ideas que se contienen en estas páginas. En primer lugar, me surge la evocación de la figura del profesor Mariano Yela Granizo, mi primer maestro universitario en el estudio de la psicología, al comienzo de mi itinerario estudiantil, en la asignatura de Psicología general y al final del mismo, ya en el curso de doctorado con interesantes clases sobre Psicología de las aptitudes y análisis factorial. Después, continuaron las, para mi, fecundas relaciones en congresos, reuniones y particularmente en el inicio de mis tareas docentes en la Universidad Complutense de Madrid, cuando entonces todo era más cercano y él expresión viva de sabiduría y mesura en el quehacer docente y científico.

Ya en el transcurso de la redacción de las páginas que siguen, me han resultado esenciales los agudos análisis críticos de la problemática de la psicología actual, en las interesantes conversaciones con el profesor Fernández Trespalacios, catedrático de Psicología en la UNED. Igualmente, cabe destacar los precisos esclarecimientos e ideas que me ha proporcionado el profesor Juan Mayor igualmente catedrático de Psicología en la Universidad Complutense. En las diversas cuestiones planteadas sobre Física y su enseñanza debo manifestar mi gratitud al profesor Lahera Claramente, catedrático de esa asignatura en la misma Universidad. Pero, de las inadecuadas interpretaciones de sus fecundas y precisas ideas, soy responsable exclusivo.

M. RIVAS NAVARRO
(rivnav@yahoo.es)
Las Rozas-Madrid, 2007

PROCESOS COGNITIVOS

Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

1. EL APRENDIZAJE: PROCESOS Y RESULTADOS

1.1. Aprendizaje implícito y aprendizaje explícito

En su mayor parte, la conducta de las personas es conducta aprendida, siendo resultado de aprendizaje las formas de comportamiento y estructuras de conocimiento alcanzadas. El aprendizaje se produce necesariamente de forma continua a lo largo de la vida de la persona, constituyendo algo inherente a su propia naturaleza. Aprender es propio del ser humano. Según una conceptuación originaria de la filosofía aristotélica, análogamente al lenguaje, el aprendizaje es un *propium* o propiedad esencial del ser humano, aunque sin constituir la esencia de su ser. (Mosterín, 2006).

La persona que aprende, en cuanto tal, se denomina *aprendiz*, siéndolo a lo largo de la vida. Por el aprendizaje las personas adquieren conocimientos y formas de conducta, implicando básicamente cambios en el conocimiento de las cosas y el comportamiento respecto de las mismas, como se pone de relieve en este primer capítulo de carácter introductorio.

El sistema humano de aprendizaje está activo en todo momento. Desde el nacimiento, a lo largo de la vida, y hasta el final de la misma, en los seres humanos se producen distintos procesos de aprendizaje, con resultados diversos, aunque coherentes. Desde la cuna, aprende el niño a atraer la atención de la madre, llorando para que le cojan en brazos. Aprende el niño ya antes de de acceder a la institución escolar y aprende el adolescente en ésta y fuera de la misma; el joven en la universidad y fuera de ella. Aprende el investigador, joven o maduro, disponiendo de los logros precedentes, ajenos y propios, en un contexto sociocultural dado. Aprende el trabajador en la realización de sus tareas y el deportista en la práctica de su actividad. Aprende el anciano, acaso ya en la cama, la distinción entre nuda propiedad, usufructo y otras estipulaciones testamentarias.

Cualquier tipo de actividad humana, artesana, técnica, deportiva, artística o de pensamiento, aun no siendo una actividad de aprendizaje específica e intencionalmente pretendida, implica aprendizaje como valor añadido. Incluso la repe-

tición de la misma actividad, puede comportar aprendizaje, en la medida en que consolide el dominio de la habilidad o destreza específica, hasta lograr su automatización. Es de dominio común la sentencia de que *se aprende haciendo*: sea tocando el violín, sea resolviendo problemas de álgebra lineal. La practica deliberada, con determinadas condiciones, constituye un principio básico del aprendizaje compartido por las distintas teorías.

Es necesario reparar en que el término *aprendizaje* se emplea para denotar el *proceso* y también el *resultado* del mismo. Esto es, el cambio que resulta del proceso de aprendizaje se denomina también aprendizaje.

Conforme a la índole propedéutica de este capítulo, seguidamente se analizarán someramente determinados rasgos del aprendizaje, como el de constituir un proceso o actividad permanente y el de implicar o constituir un cambio o modificación en el conocimiento y la conducta, de carácter relativamente estable. Asimismo, se contemplan tipos o modalidades sustantivas de aprendizaje que resultan especialmente relevantes desde la perspectiva de la acción docente. Para quien acometa por primera vez la lectura de esta clase de contenidos, estas caracterizaciones activarán sus nociones o esquemas previos resultantes de su propio aprendizaje implícito. Estas ideas operarán como anclaje de las subsiguientes elaboraciones personales o la propia construcción de significados. Para quienes ya hubiesen realizado un aprendizaje explícito de estas cuestiones esta lectura puede constituir una ocasión nueva para la reflexión o lo que más adelante se denominará repaso elaborativo.

Aprendizaje *implícito* y aprendizaje *explícito* constituyen, pues, dos grandes modalidades de aprendizaje, que se producen en situaciones y condiciones distintas, con características diferenciales y rasgos comunes, cuyos resultados se interrelacionan en forma constante, a veces de modo intenso. (Pozo, 2003b).

El aprendizaje ***implícito***, incidental, espontáneo, tácito, inconsciente, ocurre constantemente sin que el sujeto tenga el propósito de aprender, ni conciencia de estar aprendiendo. Encarna un amplio rango de experiencias del aprendiz en sus ordinarias interacciones con el mundo físico y social, destacando la importancia del contexto sociocultural, que el bieloruso Vitgotsky analizó de modo agudo y fecundo. Incluye la captación de regularidades en el entorno, con efectos en la predicción y control de sucesos que ocurren en el mismo, entrañando un gran valor adaptativo, aunque sin agotar las enormes posibilidades del sistema de aprendizaje humano. Ejerce una notable influencia en el proceso de aprendizaje explícito, comprendido el que tiene lugar en la institución escolar.

El aprendizaje ***explicito***, intencional, se produce con conciencia del aprendiz de la actividad o esfuerzo personal que realiza con el propósito de aprender algo, generalmente contando con la ayuda de otro, como la que inmediata, deliberada y sistemáticamente tiene lugar en una institución escolar (docente en presencia);

o bien con la ayuda mediata, indirecta (docente a distancia), mediando un instrumento elaborado para dicha función, como el libro de texto, un programa informático, un folleto de instrucciones u otro producto cultural.

Vale la pena insistir en que lo decisivo en el aprendizaje es la actividad interna del aprendiz, limitándose los medios, instrumentos y personas, profesores incluidos, a ayudarle o facilitarle, desde el exterior, el propio proceso personal de aprendizaje, creando deliberadamente situaciones con las condiciones pertinentes para que el aprendiz procese adecuadamente los estímulos informativos que inciden en sus órganos sensoriales. El aprendizaje se produce en y sólo en la cabeza del aprendiz, valga la metonimia, sin que este recurso expresivo signifique necesariamente una concepción dualista mente-cuerpo. Dicho en forma un tanto tautológica, es el aprendiz quien realiza el procesamiento de la información recibida, sin que nadie pueda realizarlo por él, como nadie puede conducir un coche por otro. Relataba un experimentado inspector de educación que en una visita profesional a un instituto de bachillerato, el profesor de física le manifestaba su desánimo por lo mucho que se esforzaba y lo poco que relativamente aprendían sus alumnos. El primero sintetizaba su asesoramiento al segundo indicándole que se esforzase menos y procurase que los alumnos se esforzasen más. (A. Pacios, comunicación personal).

En el decurso del aprendizaje es importante tanto lo explicita e intencionalmente aprendido, cuanto lo implícita o incidentalmente adquirido, por cuanto que experiencias personales y conocimientos previos, adquiridos de uno u otro modo, influyen decisivamente en el aprendizaje sucesivo, favoreciéndolo generalmente, aunque, a veces, pudiendo también dificultarlo.

En sus interacciones con objetos y personas el sujeto observa ciertas regularidades en el entorno, aprendiendo, generalmente mediante procesos asociativos, qué cosas tienden a suceder juntas y qué consecuencias se siguen para la propia conducta, en cuya virtud alcanza conocimientos implícitos que se organizan en ciertas concepciones personales o teorías implícitas relativas a diferentes ámbitos, como el movimiento de los cuerpos, la meteorología, la salud o el comportamiento de las personas. Este tipo de conocimiento influye vigorosamente en el ulterior aprendizaje sistemático en dichos ámbitos o áreas, así como en la propia conducta.

Tales ideas o teorías intuitivas constituyen conocimientos muy eficaces para el sujeto en la predicción y control de sus interacciones con el entorno. Personal y activamente generadas, se hallan fuertemente arraigadas, pudiendo también interferir y dificultar el aprendizaje de las teorías científicas sistemáticamente elaboradas. Por ejemplo, los aprendices pueden encontrar dificultades en el aprendizaje de las leyes de Newton por efecto de su concepción personal o teoría intuitiva sobre el movimiento de los cuerpos, incompatible con la teoría científica, lo que requerirá un proceso de *cambio conceptual*, con profundos cambios o modificaciones en las estructuras de conocimientos del aprendiz.

Frecuentemente el aprendizaje comporta *des-aprender*, sean las incorrectas concepciones o conocimientos implícitos anteriores, sean determinadas conductas o hábitos inapropiados previamente adquiridos, para lo que se requieren nuevas actividades y ayudas externas, en un proceso de des-aprendizaje y *re-aprendizaje* nuevo.

1.2. Aprendizaje: adquisición y cambio

¿En qué consiste realmente el aprendizaje como proceso interno que lleva a cabo el aprendiz? El aprendizaje puede conceptuarse como proceso interno de *cambio* resultante de la experiencia personal del aprendiz, tomando el término experiencia en su sentido más amplio y profundo, conforme al significado que ya le fue atribuido por Dewey. Incluye tanto las experiencias espontáneas u ocasionales del sujeto en el transcurso de la vida cotidiana, como las experiencias intencionales y sistemáticas que se producen en la lectura de un texto, resolución de una problema de geometría o en un experimento de química en el laboratorio escolar. Por el contrario, no constituyen aprendizaje otros cambios debidos al desarrollo, maduración, medicación, etc.

Lo que hace que se produzca el cambio, en que el aprendizaje consiste, es la adquisición o incorporación de algo nuevo, que supone alguna variación o modificación en las adquisiciones previas. El profesor Delclaux describió el aprendizaje como "proceso mediante el cual un sujeto adquiere destrezas o habilidades practicas, incorpora contenidos informativos, o adopta nuevas estrategias de conocimiento y/o acción." (Delclaux, 1983, p 116).

Consecuentemente, el mencionado autor incluía en el aprendizaje: adquisición de conductas, adquisición de información y adquisiciones mixtas. Por tanto, el aprendizaje comporta *adquisición* de información o conocimiento, de habilidades o destrezas, de estrategias, de formas nuevas de comportamiento o actuación que implican modificación de las adquisiciones precedentes. A su vez, las competencias adquiridas constituyen la base de nuevas adquisiciones o cambios, que se manifiestan en la cognición y la acción.

Las distintas teorías del aprendizaje, sean cognitivas o constructivas, sean asociativas o conductistas, coinciden en proclamar que aprender implica cambiar conocimientos o conductas precedentes, postulando que el aprendizaje constituye un proceso en que, a partir de las adquisiciones previas, se producen reorganizaciones o reestructuraciones del conocimiento y conducta. Esto es, se trata de cambio o modificación de lo que se sabe y de lo que hace.

El proceso de cambio transcurre en el tiempo, siendo sus términos el estado inicial en un momento o tiempo dado (t_1) y el estado final en un momento posterior (t_2), entre los que se produce el cambio. No hay que perder de vista que quien cambia es el sujeto que aprende, a partir de un estado previo que condiciona el

nuevo estado. El sujeto del cambio es el aprendiz, en el que cambian determinados aspectos o dimensiones, aunque afectándole como un todo.

Asimismo, es necesario distinguir entre el *aprendizaje* y la *ejecución* o puesta en práctica de lo aprendido. El proceso de aprendizaje, como proceso interior, no es directamente observable; mientras que la ejecución puede observarse y hasta medirse. De los cambios en la ejecución o modificaciones en el comportamiento observable se *infiere* la ocurrencia del interno y personal proceso de aprendizaje. Esto es, se observan actividades personales del aprendiz en determinadas condiciones y luego su subsiguiente ejecución como resultado de aquellas.

Como se ha indicado, resultado del aprendizaje es el cambio que se produce en el aprendiz como efecto o consecuencia del proceso. Mediante los procesos de atención y percepción de los rasgos relevantes de los triángulos, su análisis y categorización perceptiva o conceptual, cambia la capacidad del aprendiz de identificar triángulos, reconocer sus propiedades definitorias y las clases o categorías de triángulos.

La relativa estabilidad del cambio producido, su *persistencia* o *duración*, constituye uno de los rasgos definitorios del aprendizaje. El grado de estabilidad o persistencia se halla vinculado a las modalidades o tipos de aprendizaje que, por consiguiente, habrán de ser considerados. Los cambios de índole cuantitativa, vinculados al aprendizaje asociativo, literal, por repetición, son menos estables o duraderos, excepto que se lleve a cabo un sobre-aprendizaje inicial o bien la frecuente utilización o aparición del elemento correspondiente. Persistirá en la memoria el nombre de los emperadores romanos sólo si su aprendizaje inicial se produjo mediante la penosa repetición de la serie de los mismos (sobre-aprendizaje). La clave de acceso al cajero automático se mantendrá estable en la memoria sólo si se sigue utilizando (frecuencia de uso).

Sin embargo, si la historia de Roma se ha estudiado con algo más de profundidad, pueden evocarse con relativa facilidad determinados hechos históricos y conceptos políticos, como los vinculados al terrible mandato de Calígula y su sobrino Nerón, cuan encarnación del poder más absoluto y muestra de un totalitarismo, que además resulta casi ridículo. Por tanto, resultan más duraderos y estables los cambios vinculados al aprendizaje elaborativo, significativo, de construcción de significado, que comportan integración e implican una reestructuración cognitiva; aunque la adquisición sea cognitivamente laboriosa y posteriormente más difícil de cambiar.

La activación de algún elemento de la estructura cognitiva se propaga a otros elementos integrantes de la misma red conceptual, más o menos extensa. Esta frecuente activación de los elementos integrantes de la misma red semántica o estructura cognitiva, contribuye a su estabilidad y retención más duradera, favoreciendo su ulterior recuperación y utilización en la cognición y la acción.

Asimismo, los conceptos elaborados o significados activamente construidos por el aprendiz, poseen mayor capacidad de generalización o transferencia a otras situaciones o contextos.

En principio, puede decirse que todo elemento informativo procesado que haya entrado en la memoria a largo plazo ha sido aprendido. Pero, más allá de la inicial codificación de determinado elemento informativo, el sucesivo procesamiento implica procesamiento más profundo con modificaciones o cambios que representan grados, escalones y estadios más avanzados de aprendizaje. El repaso *elaborativo* contribuye a mayor potenciación del abanico de conceptos y proposiciones de las estructuras cognitivas y mejor organización del conocimiento en la memoria semántica. Asimismo, más práctica *deliberada*, produce combinaciones más vigorosas entre los componentes de la secuencia de un *procedimiento* (reglas) incrementando su consolidación en la memoria procedimental, su efectividad y automaticidad de sus producciones.

1.3. Modalidades básicas en el aprendizaje

Aunque los resultados de los procesos de aprendizaje implican cambio, no todos son de la misma índole, por lo que su distinción tiene una relevancia especial en el orden teórico y operativo. Una es la modalidad de aprendizaje predominantemente cuantitativo, mientras que la otra es de índole cualitativa, correspondiéndose, en general, con la conocida distinción entre aprendizaje por *asociación* y aprendizaje elaborativo por *construcción*.

El aprendizaje por **asociación** es, en esencia, un proceso de aprendizaje de carácter *cuantitativo*, que se produce mediante procesos *asociativos*. Su análisis y estudio sistemático está especialmente vinculado al asociacionismo conductista, basado en la asociación estímulo y respuesta y las consecuencias de ésta, explicando la adquisición de las nuevas formas de conducta por las leyes del condicionamiento instrumental u operante, fundadas en la contigüidad, la contingencia y la repetición o ejercicio. (Domjan, 2003).

Cuando el niño pequeño asocia su llanto con la venida de la madre, aprende de este modo; el número del teléfono de una persona o institución ha sido aprendido por asociación; también es el resultado de un proceso asociativo saber que Kabul es la capital de Afganistán o que el río Pisuerga pasa por Valladolid.

Este tipo de aprendizaje de índole cuantitativa, por asociación, comporta la acumulación de conocimiento de hechos o datos como, en su forma más simple, la asociación de un número al cajero automático bancario o bien el aprendizaje concerniente a países asiáticos y sus capitales, su población y su extensión. Asimismo, este aprendizaje cuantitativo, de naturaleza asociativa, incluye cambios consistentes en la sustitución de un comportamiento o conocimiento por otro, como el nuevo

nombre adoptado por un país africano, el hecho de la sustitución de la antigua Yugoslavia, de momento, por seis estados independientes, aunque no independientemente de los intereses de otros, o bien sustituir por otra mejor la defectuosa pronunciación de la palabra inglesa *threshold*.

El aprendizaje por ***construcción***, de carácter *cualitativo*, a diferencia del anterior, conlleva modificación, reestructuración o transformación, más o menos profunda, de las estructuras de conocimiento, ideas o esquemas mentales del aprendiz. El ámbito e intensidad de tales modificaciones puede representar una reestructuración conceptual, con la formación, elaboración o construcción de nuevas estructuras cognitivas, requiriendo generalmente tiempo y esfuerzo en las complejas operaciones mentales que implica; pero abriendo también nuevas vías de aprendizaje.

Nuevos conocimientos y experiencias hacen que las personas cambien sus ideas filosóficas, teorías científicas o concepciones políticas de forma real y sincera, con amplias reestructuraciones mentales, manifestándose en los correlativos comportamientos o conductas, incluidas las verbales. Por ejemplo, se ha comprobado que cuando los estudiantes de educación secundaria ampliaban o profundizaban en el ciclo completo de la Revolución francesa, cambiaba considerablemente la idea o concepción que precedentemente tenían de la misma.

La adquisición de nuevas ideas o conceptos producen cambios en el propio pensamiento:"antes creía que eso era así; pero, ahora pienso de otro modo". Nuevas experiencias personales dan lugar a nuevas formas de conducta, de cuyo cambio el sujeto puede ser consciente, manifestándose en expresiones como esta:"yo antes lo hacía así; pero, ahora lo hago de esta otra manera".

Por otra parte, en lo concerniente al aprendizaje explícito que ordinariamente se realiza en el marco de las instituciones escolares, incluidas las universitarias, tiene una especial importancia la distinción entre el aprendizaje, *literal*, asociativo, reproductivo, y el aprendizaje *significativo*, elaborativo, de construcción del significado o comprensión.

El aprendizaje ***literal***, concierne a un amplio núcleo del aprendizaje constituido por la adquisición de información verbal sobre hechos y datos. Se incorporan a la memoria numerosos datos verbales, como la dirección de correo electrónico de la institución, el nombre de cierto río de Asia, etc. o datos numéricos, como el teléfono del director, el año de inicio de la Revolución francesa, etc. Se trata de nombres convencionales o arbitrarios, datos aislados, carentes de significado en si mismos, que son aprendidos por repetición literal frecuente o bien por la reiterada exposición a los mismos en la vida cotidiana, particularmente a través de los medios audiovisuales, como, por ejemplo, el nombre de la capital de Israel o de la jefe del gobierno alemán en el años 2005 y siguientes.

Algunos datos han de aprenderse mediante esfuerzo deliberado, debiendo ser retenidos para su posterior uso. Muchos hechos o datos aislados, no contienen nada

que comprender en si mismos (*Rangún, Hindukush, Obi*) consistiendo el aprendizaje en asociarlos a otros (*capital, cordillera, río asiáticos*). Su duración o persistencia se logra mediante repetición y requieren una reproducción exacta. Análogamente a la clave de acceso al cajero automático o una dirección de correo electrónico, la alteración de una sola cifra o letra puede desvirtuarlos en su totalidad, como ocurriría al confundir Irán con Irak. Pero, es ineludible aprender y hacerlo *literalmente* datos numéricos (711, 1942, 1808), de especial relevancia en la historia de España (una invasión, un descubrimiento geográfico, una rebelión popular), encuadrados en los respectivos contextos, imprescindibles en la localización de los hechos en el tiempo histórico.

Sin embargo, aunque repletos de significado, ciertos hechos o conceptos no son susceptibles de comprensión en determinado estadio del desarrollo o nivel de aprendizaje, por carecer aún el aprendiz de la estructura conceptual en función de la cual interpretarlos. Por ejemplo, un niño o adulto sabe que determinados cuerpos son buenos conductores del calor e incluso que esos cuerpos son metales; pero sin saber por qué. La atribución de significado requerirá más específicos conocimientos o conceptos de física, con los que relacionarlos.

Por último, el aprendizaje de determinada información verbal carecerá de significado para el aprendiz por no haber puesto el suficiente interés y esfuerzo en relacionarla con sus experiencias o conocimientos previos o no haber sido ayudado a que así lo hiciese, satisfaciéndose con la repetición literal de una definición o una fórmula.

El aprendizaje ***significativo*** constituye una forma de aprendizaje consistente en activar experiencias y conocimientos previos con los que se relaciona e integra el nuevo conocimiento, en un proceso que implica atribución de significado o comprensión de conceptos. El aprendiz puede mostrar el resultado de este tipo de aprendizaje con las mismas palabras, con otras expresiones verbales, con acciones gráficas, con operaciones de discriminación, solución de problemas, etc. En páginas posteriores se analizará *significativamente*, en el marco del paradigma cognitivo, la índole del aprendizaje explícito de carácter elaborativo, constructivo o reconstructivo.

Por consiguiente, aprendizaje *implícito* y *explícito*; aprendizaje por *asociación* y por *construcción*; *literal* y *significativo*. También, aprendizaje de datos y conceptos, aprendizaje de procedimientos o destrezas y aprendizaje de conductas y de actitudes, pone de relieve la diversidad de procesos y resultados. Aunque mutuamente imbricados, en el decurso del aprendizaje humano predomina uno u otro según la índole de los objetivos, contenidos, situaciones y condiciones en que se produce.

Se aprenden, pues, muchas cosas o tipos de cosas, no todas del mismo modo; aunque operando unas constantes o principios comunes. Hay que contar, pues, con contextos u situaciones varias, procesos diferentes y diversos resultados del aprendizaje. También procedimientos diversificados de ayuda al aprendiz.

En sus modalidades y aspectos más empíricos y operativos pueden describirse como el proceso de aprendizaje, por condicionamiento, para que un niño, ya crecido, deje de orinarse en la cama. Puede tratarse de que una persona des-aprenda el miedo (fobia) a meterse en el ascensor o viajar en avión, re-aprendiendo a servirse de uno y otro con normalidad, como procesos de modificación de la conducta.

Puede tratarse del aprendizaje de comportamientos simples, mediante asociación de estímulos y respuestas, como el estímulo consistente en la luz roja del semáforo y la respuesta consistente en parar o de un aprendizaje algo más complejo de encadenamiento de estímulos y respuestas, en la adquisición de ciertas destrezas sensorio-motóricas como la de escribir con el teclado del ordenador/computador, jugar al tenis, dibujar una circunferencia a mano alzada o tocar el violín.

Un tipo de aprendizaje simple consiste en la adquisición de datos informativos asociando un estímulo a una respuesta verbal, la asociación de conjuntos de determinadas palabras, mediante el empleo de ciertas mnemotecnias, o aprender a recitar un soneto.

También puede aprenderse a hacer algo observando como lo hace otro y tratando de imitarle, lo cual constituye una de las formas más frecuentes de aprendizaje en la vida ordinaria, produciéndose también en ámbito escolar y profesional.

Un aprendizaje más complejo es el que implica procesos cognitivos superiores en la adquisición de conceptos, como aprender a identificar y definir el paralelogramo, aprender el concepto de volumen y comprender las relaciones entre volumen, presión y temperatura, así como el aprendizaje de estrategias cognitivas, aplicadas a la solución de problemas. Por consiguiente, el tipo de aprendizaje de que se trate requiere activar o poner en marcha determinados procesos más que otros.

Es ya tradicional en el ámbito del paradigma cognitivo la diferenciación entre el conocimiento ***declarativo***, concerniente a saber *qué* es algo y el conocimiento ***procedimental***, que concierne a saber *cómo* se hace algo, siendo el segundo más difícilmente verbalizable.

Esta categorización se convierte en tricotómica al distinguir dentro del conocimiento declarativo las categorías de conocimiento *semántico* y conocimiento *episódico*. El primero concierne a redes de significados o jerarquías de conceptos. El conocimiento episódico concierne a la sucesión de hechos o acontecimientos localizados en el tiempo y en el espacio, constitutivos de las propias experiencias a lo largo de la vida de la persona, denominado también conocimiento autobiográfico.

1.4. Aprendizaje, capacidades y competencias

Robert Gagné estableció una tipología del aprendizaje más diversificada, de índole jerárquica, que ha tenido una considerable influencia en el ámbito del aprendizaje escolar. A la pregunta ¿qué aprenden los seres humanos?, Gagné responde que

capacidades, añadiendo inmediatamente que "los seres humanos no aprenden respuestas, sino la capacidad de producir respuestas y más particularmente clases de respuestas". (Gagné, 1987, p. 63).

Las personas adquieren, pues, mediante el aprendizaje, distintos tipos de *capacidades*, en las que puede incluirse congruentemente la multiplicidad de lo que aprenden niños, adolescentes y adultos. Asimismo, en mayor o menor grado, tales tipos de aprendizaje aparecen en todas y cada una de las áreas, disciplinas o asignaturas de las sucesivas etapas del sistema educativo. Para Gagné, estos son los tipos básicos de aprendizaje: *información verbal, habilidades intelectuales, estrategias cognitivas, actitudes y destrezas motóricas.*

Este insigne profesor estadounidense (1916-2002), en su producción científica evoluciona, como tantos otros, desde el paradigma conductista, del aprendizaje de conductas por condicionamiento operante, en que se había iniciado, al paradigma cognitivo, de aprendizaje cognitivo por procesos mentales, en que se inscriben sus últimas producciones. (Gagné, 1985, 1987, 1996). En esta línea, realiza una meritoria integración de las aportaciones del primero en el segundo, no exenta de ciertas imprecisiones, procurando superar la frecuente concepción reducionista, de representantes de uno u otro paradigma.

El aprendizaje de ***información verbal***, en el ámbito del conocimiento *declarativo*, comprende tanto el conocimiento de hechos, nombres y datos, cuanto el aprendizaje de complejos de conceptos interrelacionados o ideas altamente organizadas. Pero, como se indicó anteriormente, conocer una regla, en el sentido de ser *capaz* de formularla verbalmente, difiere de conocerla en el sentido de ser *capaz* de aplicarla a nuevas situaciones o casos. Lo primero cae en la categoría de conocimiento declarativo; mientras que lo segundo pertenece a la categoría del conocimiento procedimental.

Como señala el autor citado: "al lado del conocimiento declarativo (*información verbal*) y el conocimiento procedimental (*habilidades intelectuales*), la taxonomía de las capacidades de Gagné incluye estrategias cognitivas, actitudes y destrezas motrices". (Gagné, 1987, p. 63).

Las ***estrategias cognitivas*** operan en los procesos de adquisición de nueva información entrante, su organización, recuperación o activación y utilización del conocimiento disponible en la memoria semántica. Las estrategias cognitivas conciernen, pues, a los procesos de regulación y control que gobiernan los procesos mentales envueltos en el aprendizaje y el pensamiento en general, como los procesos de atención, percepción, memoria, etc., afectando a una gran variedad de actividades del procesamiento de la información, con especial relevancia en el aprendizaje complejo. Se manifiestan, por ejemplo, en las estrategias empleadas en la estructuración del contenido de aprendizaje, como elaboración de diagramas, resúmenes: en la distinción entre lo sustancial lo accidental o secundario en la comprensión de textos, etc.

Contribuyen sustancialmente a la realización de una conducta inteligente y su adquisición constituye la forma más típica de *aprender a aprender.*

En general, en la solución de problemas matemáticos, científicos o sociales los sujetos utilizan estrategias generales y específicas. El análisis de los contrastes entre las realizaciones de noveles y expertos, en un determinado ámbito o dominio, ha mostrado que en los altos niveles de competencia de los expertos se entrecruza su bien organizada estructura de conocimientos y el empleo de estrategias cognitivas en el procesamiento de la información y resolución de problemas.

Las estrategias *metacognitivas* constituyen también capacidades auto-reguladoras, que serán analizadas posteriormente. La estrategias cognitivas y metacognitivas se aprenden implícitamente; pero, también pueden y deben ser aprendidas y enseñadas explícitamente.

La adquisición, modificación o cambio de ***actitudes*** constituye una importante faceta del aprendizaje humano, ya que las actitudes aparecen involucradas en distintas manifestaciones del pensamiento y la conducta. La actitud es una predisposición o tendencia a la acción, vinculada a cierta valoración de un objeto, persona, hecho, situación o actividad, con la propensión a actuar conforme a aquella.

Constituyen, pues, estados mentales adquiridos que ejercen influencia en la elección de la acción personal. Una actitud favorable hacia la música clásica influirá en la elección de grabaciones y asistencia a conciertos. Una actitud positiva hacia la naturaleza ejercerá influencia en el comportamiento respecto de los desechos. Una actitud favorable hacia el aprendizaje significativo influirá en las actividades y esfuerzo de comprensión por parte del aprendiz, frente a un aprendizaje meramente literal y repetitivo. Por tanto, las actitudes constituyen capacidades aprendidas y relativamente estables que afectan al comportamiento humano. Son facilitadoras de la conducta, aunque sin producirla necesariamente. Tienen una función motivadora, en cuanto que propician la rotura de la indiferencia, constituyendo estructuras funcionales que confieren consistencia a la personalidad y cierta estabilidad de la conducta.

Las actitudes varían en intensidad y dirección o signo, positivo o negativo. Una persona puede tener una actitud positiva o favorable respecto de algo o alguien o bien una actitud negativa, desfavorable o de rechazo, que, a su vez puede ser más o menos intensa.

La actitud está conformada por componentes de naturaleza *cognitiva*, (su referencia a un sector de la realidad); *afectiva* (reacciones subjetivas positivas/negativas o acercamiento/alejamiento hacia el objeto de referencia) y *conductual* (tendencia a resolverse en una acción determinada). Justamente la consistencia y estabilidad de una actitud será tanto mayor cuanto mayor sea la congruencia entre esos tres componentes. Correlativamente también más difícil de modificar, cuando el sujeto se comporta coherentemente con lo que cree o sabe y con lo que le gusta y siente.

Las actitudes se van conformando, modificando o consolidando a lo largo de la vida. La mayoría se adquieren mediante aprendizaje implícito, incidental, inconsciente, resultante de las propias experiencias y las influencias del contexto sociocultural, con sus correspondientes valores y contenidos culturales, destacando las influencias del grupo social de pertenencia o referencia, la presión del grupo y propensión a la conformidad con la mayoría social.

Un factor decisivo es la exposición a los *modelos* presentados por los medios de comunicación audiovisual, cuya influencia supera en extensión y persistencia a la familia o la escuela, con especial relevancia de los procesos de identificación con el modelo, su imitación o reproducción, como aprendizaje vicario (sustitutivo) de la propia experiencia, generando actitudes congruentes con los modelos percibidos. En la base de ciertas actitudes respecto de ciertas personas, grupos o colectivos sociales se hallan los estereotipos o los pre-juicios generados por representaciones singulares de determinados miembros de los mismos.

En la formación y modificación o cambio de las actitudes también puede desempeñar un importante papel el aprendizaje explícito, intencional y sistemático. Entre los propósitos de la educación se inscribe, pues, la formación de nuevas actitudes y la modificación o cambio de otras (aprendizaje como cambio), respecto de determinadas cosas o actividades, como la naturaleza, la historia, la lectura, la matemática y ciertas cuestiones de la vida ordinaria, constituyendo un factor esencial para la motivación de un aprendizaje efectivo.

Ciertas actitudes positivas han de ser cultivadas y reforzadas, como la actitud hacia la música clásica. Otras actitudes habrán de ser modificadas o eliminadas como las actitudes positivas respeto de la ingestión de productos nocivos a la salud. Asimismo, se incluye la formación de una multiplicidad de actitudes prosociales o cívicas, como la solidaridad, el respeto a las personas o la tolerancia, dentro de ciertos límites *tolerables*, dado su carácter no absoluto (ciertas ideas o comportamientos criminales merecen respeto o tolerancia cero).

Las intervenciones docentes pueden incluir la presentación de distintos modelos, sociales, históricos, etc. proporcionando nueva información y distintas valoraciones, así como la promoción de nuevas experiencias o práctica de conductas correlativas a la actitud focal, contrarias u opuestas a las existentes, empleando refuerzos de distinto tipo.

Las acciones explícitas centradas en los componentes que conforman la actitud (cognitivos, afectivos y conductuales) y las situaciones en que se rompe el equilibrio entre los mismos, generan inconsistencias desestabilizadoras o conflictos sociocognitivos en el aprendiz, cuya resolución entraña una modificación de las actitudes previas o una reestructuración de las mismas. (Echebarría, 1991).

El conflicto entre actitud *y comportamiento*, al percibirse la incongruencia entre la actitud y la propia conducta (*disonancia cognitiva*), puede sustanciarse en

una reestructuración de las actitudes para ajustarlas a la propia conducta; aunque también puede producirse el fenómeno inverso de buscar justificación a la conducta actual. El conflicto ente actitud *y conocimiento* surge al proporcionar al aprendiz nueva información, que comporta una toma de conciencia conducente a una interpretación más congruente. Por ejemplo, un conocimiento más amplio y directo de distintos miembros de un grupo social o étnico desestabiliza las actitudes previas, generadas por estereotipos o prejuicios derivados de un conocimiento parcial o la influencia grupal o social, de modo que las actitudes cambian al cambiar el conocimiento o representaciones cognitivas.

El aprendizaje de ***destrezas motrices*** o habilidades sensorio-motóricas constituyen un tipo de aprendizaje que se inscribe en el repertorio de las capacidades aprendidas por el individuo, implícita o explícitamente, vinculadas a actividades humanas tan comunes, como abrir un candado, conducir un automóvil o tocar el piano. En distintas áreas o disciplinas resulta básica la adquisición de ciertas destrezas como las concernientes al trazado de letras o la pronunciación en un idioma extranjero; las propias de la expresión artística o la habilidades manuales en el manejo de instrumentos científicos y técnicos, en el ámbito escolar y profesional, teniendo prominencia sustantiva en la disciplina de educación física y deportiva.

El aprendizaje de este tipo de destrezas hace posible la ejecución fluida y pertinentemente regulada de actuaciones que comportan operaciones musculares. Pero debe repararse en que, como actividad total, conducir un automóvil o tocar un instrumento musical, incluye también actitudes y capacidades intelectuales.

Por consiguiente, cada uno de esos tipos o categorías de aprendizaje requiere diferente tratamiento didáctico, en la medida en que no es lo mismo el aprendizaje o formación de actitudes que la adquisición de destrezas motóricas. (Gagné, 1996).

Los tipos de aprendizaje mencionados, aunque en grado o proporción distinta, están integrados en cada uno de los campos, áreas o disciplinas que integran el *curriculum* escolar, siendo, pues, transversales al mismo.

El más reciente enfoque didáctico de las denominadas *competencias* postula la integración de capacidades en un tipo más amplio, comprensivo y funcional de aprendizaje. Se trata de la convergencia de conocimientos, destrezas, comportamientos, procedimientos, actitudes, etc. en la realización de la tarea y solución de la situación en unos contextos dados. (Rychen y Salganik, 2006; Pérez Gómez, 2007).

Hace ya bastantes años se llevo a cabo, en el espacio europeo, un diseño de las competencias en el marco de la formación profesional, con favorables perspectivas y manifestaciones pedagógicas. Se trata ahora de incorporar estas configuraciones que constituyen las competencias a las etapas de la formación general y más concretamente al periodo de la educación básica, con la consiguiente adecuación. Impulsado en el espacio europeo, con participación de organismos internacionales, es también acogido y promovido en España por los organismos oficiales.

Alberga notorias posibilidades de conferir mayor cohesión a las actividades escolares, vinculando cognición y acción en los distintos contextos, con intencionalidades específicas. La naturaleza y rasgos de este enfoque educativo se desprende del enunciado mismo de las llamadas *competencias básicas*: competencia en comunicación lingüística; competencia matemática; competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico; competencia cultural y artística; competencia social y cívica; competencia digital y tratamiento de la información; competencia de aprender a aprender; autonomía e iniciativa personal y espíritu emprendedor.

Ser competente en un ámbito específico implica disponer de los conocimientos pertinentes y ser capaz de utilizarlos eficientemente en situaciones concernientes al respectivo ámbito, haciendo confluir distintos tipos de contenidos, habilidades y estrategias en la realización de tareas o actividades correspondientes.

Para concluir con esta exposición introductoria, cabe consignar que a lo largo del siglo XX, dos paradigmas han guiado el desarrollo de la psicología científica: el paradigma conductista y el paradigma cognitivo. Aquí el concepto de paradigma se toma en su sentido más directo como conjunto ordenado de concepciones y creencias que comparte una comunidad científica, entrañando un patrón general o modo de contemplar, pensar y juzgar las cosas, sin entrar en la múltiples distinciones del autor de *La estructura de las revoluciones científicas.* (Kuhn, 1967).

Los antecedentes de uno y otro paradigma se hallan respectivamente en el pensamiento empirista-asociacionista (inglés) y del racionalismo-innatismo (predominantemente francés). El enfoque conductista difiere considerablemente del cognitivo. Aquel, desarrollado principalmente en USA, enfatiza las conductas observables, según el modelo estímulo, respuesta y refuerzo, habiendo ejercido una notoria influencia en la psicología y la pedagogía en la primera parte del siglo XX, continuando presente, en algunos aspectos, en estos inicios del siglo XXI.

Del aprendizaje según el paradigma conductista se ocupa, sintéticamente, el próximo capítulo, como punto de referencia y elemento de comparación con el paradigma cognitivo, que constituye el contenido del capítulo posterior y los subsiguientes. En ellos se desarrollarán de modo más analítico las teorías sobre los procesos cognitivos básicos, particularmente los procesos de atención, de percepción y de memoria en en sus diversas facetas dado su carácter central en la cognición y el aprendizaje en general. Naturalmente, se prestará especial atención a aquellos aspectos que más directamente afectan a los procesos de aprendizaje, particularmente los procesos de la activa construcción de significados por el aprendiz.

2. APRENDIZAJE ASOCIATIVO: EL PARADIGMA CONDUCTISTA

2.1. Procesos asociativos, condicionamiento y aprendizaje

El empirismo, que adquiere su apogeo en los s. XVII y XVIII y prolonga su influencia en los siguientes, atribuye el fundamento y origen de todo conocimiento a la experiencia sensorial o información proporcionada por los sentidos Para el empirismo inglés cualquier otro conocimiento no derivado inmediatamente de la experiencia sensible carece de validez, siendo ésta la fuente del conocimiento humano científicamente válido. (Locke, Hume, Stuart Mill).

Locke (s. XVII) rechaza los supuestos de las ideas innatas del racionalismo, sus axiomas lógicos, afirmando que lo decisivo son las sensaciones que se producen en la experiencia con los objetos. Las cualidades de estos son de dos clases: cualidades primarias (extensión, figura, magnitud, posición, reposo o movimiento) perceptibles por varios sentidos, cuyas representaciones son las únicas que poseen valor objetivo. Las cualidades secundarias (colores, sonidos, olores, etc.) que dan lugar a la reacción de un sentido estimulado desde el exterior, son meramente subjetivas. *Ideas* es el nombre que Locke emplea para designar el conocimiento. Las ideas *simples* o particulares representan las cualidades sensibles de los objetos, obteniéndose en un acto de sensación. Ésta comporta una modificación mínima de la *mente* que, al ser advertida por el sujeto, produce una experiencia interna o reflexión. Las ideas *compuestas* o generales son derivadas, formándose por asociaciones de sensaciones entre sí y de las sensaciones con las reflexiones, según el principio de la *asociación* de ideas.

Hume (s. XVIII) distingue dos tipos de fenómenos psíquicos. Las *impresiones* son estados primarios que se experimentan al ver, oír, tocar, etc. o vivencia de los propios actos o estados, constituyendo los verdaderos datos objetivos, efecto inmediato de la experiencia y verdadero modo de captación de la realidad. Las *ideas* derivan de las impresiones, siendo meras *copias* de aquellas, idénticas en su contenido, aunque disminuidas en su vivacidad. Su valor objetivo viene dado por la posibilidad de reducirlas a las impresiones de que derivan. Para Hume hay un principio de conexión entre las ideas, tal que unas introducen a otras en su aparición en la memoria, con cierto método y regularidad.

Como precedente de determinadas concepciones del aprendizaje desarrolladas en s. XX, parece conveniente resumir las principales ideas del empirismo:

i. Los objetos constituyen constelaciones de cualidades sensoriales: forma, tamaño, color, sabor y textura, etc., como en el caso de una naranja. Las ideas acerca del mundo derivan de las sensaciones o impresiones sensoriales que se combinan y transforman conforme a las leyes de la asociación,

recuperadas del gran Aristóteles. El conocimiento es fruto de la *experiencia sensorial* y experiencia interna, que permite la formación de ideas a partir de las imágenes proporcionadas por los sentidos, siguiendo las leyes de la *asociación*, como mecanismo básico del aprendizaje. Se aprende asociando lo que tiende a ocurrir junto, en el tiempo o en el espacio (ley de la *contigüidad*); lo que es similar (ley de la *semejanza*) y también lo dispar o que contrasta (ley del *contraste*). Después se añadirán otros principios o leyes complementarias como las de frecuencia o intensidad.

ii. La mente es como un papel en blanco (*tabla rasa*), donde van imprimiendo sus huellas las impresiones procedentes del mundo externo, como *copias* de las cosas; lo que supone un sujeto de índole receptiva o *pasiva* en la adquisición del conocimiento, particularmente de las ideas simples o primeros elementos del pensamiento.

iii. El objeto de estudio es la *mente* (*mentalismo*) utilizando el método de la *introspección* o inspección interior de la conciencia, en que el propio sujeto analiza el flujo y pautas de la experiencia consciente, los procesos mentales y sus elementos simples. Se pretende descubrir la estructura de la conciencia mediante el análisis de sus contenidos y atributos, a partir de la sensación, describiendo sus propiedades, como intensidad, duración, etc.

iv. La distinción de las ideas por su complejidad en simples y compuestas, análogamente a la composición de los cuerpos, dio lugar a lo que más tarde Stuart Mill consideró una especie de química mental, quedando la vida mental reducida a un *atomismo* sensista.

Destacando el innegable valor de la experiencia como fuente en la adquisición del conocimiento, los empiristas postulan que la experiencia sensorial constituye el fundamento de *todo* conocimiento, aunque aluden también a experiencia interna que implica actos mentales de asociación, imaginación, memoria, etc. El empirismo crítico o moderado admitirá que algún esquema o cuadro conceptual ejerce un cierto control y dirección del pensamiento.

Una fuerte crítica al asociacionismo, ya en la primera parte del s. XX proviene del gestaltismo o psicología de la forma, que puso de relieve la índole configurativa, holística o global de la percepción y el aprendizaje por insight, como comprensión súbita. Asimismo señala que la conducta humana incluye propósitos o intencionalidades y que en los procesos psíquicos hay una dirección, regida por el pensamiento.

Sucesivas teorías del aprendizaje se han ocupado, de un modo u otro, de muchos de los factores del aprendizaje presentes en el asociacionismo, como la naturaleza, el grado o intensidad de las asociaciones, su diferenciación o distinción en la

experiencia original, la frecuencia o repeticiones, duración en el tiempo, etc. con abundante investigación experimental y distintas interpretaciones. (Bower, 2000).

La *teoría del condicionamiento en el aprendizaje*, sustituyendo asociación de ideas por asociación de *estímulos* y *respuestas*, representa la continuación de la tradición asociacionista y constituye la teoría del aprendizaje predominante en la primera mitad del s. XX. Esos estudios del condicionamiento *clásico* o pavloviano y el condicionamiento *instrumental* u operante, como tipos de aprendizaje asociativo, se basan en el análisis de estructuras y procesos simples de aprendizaje, considerados comunes a especies animales superiores, incluido el humano. (Dojman, 2003).

2.2. El condicionamiento pavloviano clásico

El condicionamiento pavloviano clásico es bien conocido por el experimento con el perro realizado por el fisiólogo y psicólogo ruso Iván Pavlov (1849-1936). En su ya *clásico* estudio de las relaciones entre *estímulos* y *reacciones* glandulares, de tipo reflejo, que se producen en el proceso de la digestión, comprobó que el animal segregaba abundante saliva simplemente con la percepción visual del alimento. Descubrió que, si se presentaba un estímulo indiferente o neutro (un sonido) inmediatamente antes del alimento; tras varias presentaciones de este emparejamiento, el sonido terminaba provocando secreción de saliva. Un estímulo previamente neutro o indiferente respecto de la salivación, como la percepción auditiva de un sonido, terminaba produciendo la respuesta salivar. A diferencia del reflejo natural, innato o incondicionado, a este fenómeno lo denominó reflejo condicionado, considerándolo una "excitación psíquica". En esencia, el animal había *aprendido* que a un determinado *suceso* seguía otro *suceso* específico.

En su descripción más simple, se tiene el estímulo no-condicionado o *incondicionado* (Ei) constituido por el alimento cuya degustación provoca automáticamente la salivación, como respuesta refleja o incondicionada (Ri). Por otra parte, está un estímulo indiferente o neutro, como el sonido de una campana o diapasón, que previamente no ejerce efecto alguno al respecto. En virtud de su *asociación* con el estímulo incondicionado o alimento, aquel estímulo neutro adquiere la propiedad de provocar la respuesta de salivación, convirtiéndose en estímulo *condicionado* (Ec). La reacción o respuesta producida por este estímulo condicionado, similar a la respuesta refleja, se denomina correlativamente respuesta *condicionada* (Rc). Estas son las cuatro principales variables del condicionamiento clásico. (Tarpy, 1999).

Al principio se consideró que ese emparejamiento reiterado bastaba, por si sólo, para generar una asociación, por *contigüidad* temporal, del nuevo estímulo (Ec) con el antiguo estímulo (Ei) de modo que la aparición de aquel suscitaba una respuesta *similar* (Rc) a la producida por el estímulo incondicionado (Ri). Como se recordará, la *ley de asociación por contigüidad*, en el tiempo o el espacio, era una idea

ya presente en la teoría asociacionista de siglos anteriores (empirismo inglés). Investigaciones posteriores demostraron que la contigüidad o co-ocurrencia de los sucesos es una condición necesaria, pero no suficiente, para este tipo de aprendizaje por condicionamiento, lo cual se analizará después.

Como resultado de la conexión asociativa [Ec—Ei], un sonido llega a producir la salivación. En virtud de tal experiencia, se aprende a dar una respuesta específica ante la aparición del estímulo condicionado. Constituye, pues, una forma de aprendizaje elemental, eminentemente reactivo o pasivo, tratándose de una conducta meramente *respondiente*.

El sonido (Ec) vaticina o predice la presencia del alimento, tal que ese estímulo condicionado actúa como señal predictiva o indicio anticipatorio de la aparición o presencia de un estímulo incondicionado (Ei) muy relevante para el sujeto. La asociación implícita, inconsciente, de hechos que tienen a suceder juntos, tal que a determinados estímulos subsiguen ciertos sucesos, constituye el modo más elemental de aprendizaje; pero, de gran valor informativo y adaptativo, muy frecuente en la vida cotidiana. Ya desde la cuna el niño aprende a anticipar o predecir determinados sucesos relevantes asociando la voz de la madre a ciertas situaciones satisfactorias. Más tarde aprenderá que el llanto, o ciertos gritos, le sirven para acceder a determinadas situaciones.

Por supuesto, constituye el inferior nivel de aprendizaje, compartido con los animales. Naturalmente, dista bastante del alto nivel de aprendizaje específicamente humano; pero resulta de vital importancia para el individuo y base para aprendizajes ulteriores. Pero, constituye una forma real de aprendizaje. Parodiando la expresión atribuida a Galileo: *Eppur c'è apprentisaggio!* Particularmente los niños pequeños aprenden muchas pequeñas cosas, aunque vitales, mediante condicionamiento pavloviano o clásico.

En el aprendizaje por condicionamiento clásico se producen una serie de procesos comunes y bien descritos denominados leyes o principios básicos del condicionamiento, concernientes a la adquisición y la extinción. A la *adquisición* corresponde la llamada *curva desacelerativa del aprendizaje*, según la cual el aprendizaje progresa rápidamente al comienzo, de modo acumulativo, hasta alcanzar un punto en que se estabiliza, en la denominada meseta de aprendizaje, llegando la curva a su valor asintótico. Un interesante fenómeno ha sido objeto de sucesivos análisis. Se trata de que lo adquirido y supuestamente extinguido, tras un largo periodo temporal, reaparece o se recupera espontáneamente; por lo que la nueva curva de adquisición no parte de cero. Se produce, pues, un ahorro en la adquisición, lo cual se corresponde con los conocidos hallazgos en el aprendizaje y retención de silabas sin sentido del alemán H. Ebbinghaus (1885).

Según el principio de *extinción*, si el estímulo condicionado [sonido] aparece reiteradamente en forma aislada o independientemente del estímulo incondicionado

[alimento], entonces la respuesta condicionada tiende a declinar rápidamente, disminuyendo después más lentamente la pendiente de la curva, hasta que se produce su extinción, equivalente a un proceso de inhibición, frecuentemente utilizado en los procedimientos de modificación de la conducta. Si una persona ha aprendido o adquirido miedo a viajar en avión, a subir en ascensor, a la presencia de una araña, etc., afortunadamente esos miedos o fobias pueden ser extinguidos, justamente mediante condicionamiento (descondicionamiento).

Por otra parte, según el principio de *generalización*, diversos estímulos similares al estímulo condicionado original (campana, diapasón, timbre, silbido, etc.) adquieren la propiedad de producir la misma respuesta condicionada. La generalización de estímulos basada en sus propiedades físicas, se llama *generalización primaria* de estímulos. Se muestra, por ejemplo, en la respuesta a la gran variedad de bocinas de los vehículos a motor. Cualquiera que sea su sonido, al ser percibido próximo a la espalda, la persona dará un salto hacia un lado. El ser humano también puede dar una misma respuesta condicionada a estímulos carentes de propiedades físicas similares al original, pero semejantes en cuanto a su valor simbólico o significado, a lo que se denomina *generalización secundaria*. Así ocurre, por ejemplo, al oír *toro* y *novillo*, aunque no *coro*, subyaciendo un condicionamiento semántico

El denominado *condicionamiento de orden superior* se produce cuando un estímulo condicionado (Ec_1), bien consolidado en la producción de la correspondiente respuesta, se asocia con un estímulo nuevo (Ec_2), de tal modo que este segundo suscita la misma respuesta.

Según el *principio* de diferenciación, muy importante en el aprendizaje y procesos adaptativos, el sujeto responde diferencialmente a estímulos, con la discriminación o especificación de ellos. Por ejemplo, el niño pequeño que llama *papá* a todos los varones que entran en su campo de percepción, pronto alcanza la necesaria diferenciación y utiliza apropiadamente la palabra.

El tipo más común de condicionamiento clásico es el condicionamiento *excitatorio*. En este se aprende que al estímulo condicionado le sigue el estímulo incondicionado, provocando una respuesta condicionada. A su vez, se producen dos subtipos. Uno es el condicionamiento *apetitivo*, que se caracteriza esencialmente porque el estímulo incondicionado es agradable o satisfactorio. Otro es el condicionamiento de *defensa*, estudiado por el ruso Bekhterev, que se caracteriza porque el estímulo incondicionado es aversivo, que el organismo tratará de evitar. En el condicionamiento *inhibitorio* se aprende que al estímulo condicionado no le seguirá el estímulo incondicionado, por lo que difícilmente provocará una respuesta y en caso de que produzca, será opuesta a aquella, provocando su extinción.

Desde la formulación de Pavlov hasta nuestros días, se han realizado sucesivas investigaciones, poniendo de manifiesto que el aprendizaje asociativo por condicionamiento, es menos simple de lo que inicialmente se suponía, surgiendo

explicaciones más complejas y precisas, particularmente a nivel del aprendiz humano. Además de la simple contigüidad o la co-ocurrencia (Ec-Ei), intervienen otros factores, como el tipo de estímulo incondicionado, predisposición, motivación, experiencia previa respecto de ciertos estímulos; pero, de modo muy especial el valor informativo que el estímulo condicionado tiene para el sujeto. (Gallistel, 2000).

En el aprendizaje por condicionamiento pavloviano, además de la contigüidad o co-ocurrencia, es necesaria la existencia de correlación positiva entre estímulo neutro y estímulo incondicionado. Éste debe aparecer con más frecuencia en presencia del estímulo neutro, condicionado, que en su ausencia. La co-ocurrencia debe ser más probable que la no co-ocurrencia; la relación excitatoria más probable que la inhibitoria. Esto es, el suceso precedente posee un valor informativo que incrementa la capacidad predictiva respecto al suceso que subsigue. Es, pues, decisiva la información implícita sobre la probabilidad de que al estímulo incondicionado siga al estímulo condicionado, en relación con la probabilidad de que este último aparezca sólo, en ausencia del primero. En virtud de esta relación de contingencia, más allá de la mera co-ocurrencia, el estímulo condicionado *informa* sobre la ocurrencia del estímulo incondicionado. Esto es, un suceso informa de la ocurrencia de otro, en cuyas condiciones se observa el aprendizaje por condicionamiento. (Rescorla y Wagner, 1972; Rescorla, 1967 y 1988).

Los resultados obtenidos empleando el diseño de respuesta emocional condicionada mostraron que, tras la presentación de un estímulo condicionado compuesto A+B (sonido+luz) para su asociación con el estímulo incondicionado, solamente uno de ellos, más intenso [A], producía posteriormente la respuesta condicionada. El otro [B] se ensombrece o bloquea, no obstante la contigüidad, al no añadir más *información* a la ya suministrada por el primero [A]. (Kamin, 1969).

Por tanto, el valor *informativo*, más que la simple contigüidad, es lo decisivo en el proceso de aprendizaje por condicionamiento clásico, que es de índole selectiva más que simplemente automático. Es, pues, el valor informativo del estímulo condicionado lo que principalmente regula este tipo de aprendizaje. El sujeto aprende que el estímulo condicionado anuncia o predice el inicio del estímulo incondicionado.

En su explicación de este tipo de aprendizaje asociativo Mackintosh (1983) destaca la función de la atención selectiva, el concepto de *selección del estímulo* y con ello la intervención de un proceso cognitivo. Los estímulos más informativos son aquellos que mejor predicen al estímulo incondicionado, aumentando progresivamente su "saliencia" (llaman la atención). El valor informativo de un estímulo condicionado es lo que hace que se asocie con un estímulo incondicionado, independientemente de su repetición o redundancia, que no añade más información. La "asociabilidad" como parámetro específico del Ec no depende únicamente de sus características físicas; sino de su "saliencia", determinando que se le preste atención. Su nivel de "asociabilidad", con mayor capacidad de predicción del estímulo incondicionado, hace que los

demás estímulos no sean atendidos, incrementándose con la experiencia la probabilidad de ser atendido, disminuyendo la atención prestada a los otros. Por tanto, uno de los estímulos surte mejores efectos para la concentración de la *atención*. Asimismo, el estímulo condicionado se procesa en función del grado de "sorpresividad" que el estímulo incondicionado entraña para el sujeto. Por tanto, lo decisivo en este tipo de aprendizaje es el grado en que el estímulo incondicionado *informa* respecto del estímulo condicionado subsiguiente, siendo así entendido el condicionamiento clásico desde la perspectiva de la ciencia cognitiva actual.

Por este tipo de proceso asociativo, tan frecuente en la vida cotidiana, a partir de ciertos indicios se aprende a prever muchos de los cambios que constantemente suceden en el entorno: el ruido producido por la vibración de la tapadera es una señal de que el agua a comenzado a hervir; un pitido continuo indica que la batería se está agotando; la cara "larga" de determinada persona indica su estado de ánimo o frustración. La publicidad, en forma encubierta, pretende la asociación de una marca de alfombras con la figura de una joven "modelo" voluntariamente acostada sobre una de éstas.

Por tanto, la asociación implícita de hechos que tienden a suceder juntos constituye la forma más elemental de aprendizaje. La previsión de situaciones o aconteceres a partir de estímulos que les preceden entraña *aprendizaje de sucesos*. Se rige por procesos de aprendizaje *implícito*, del que no se tiene conciencia; aunque el aprendiz pueda llegar a tomar conciencia del mismo.

De modo selectivo se propende a convertir las asociaciones en relaciones de índole causal, en orden a la predicción de los sucesos cotidianos más revelantes para el sujeto, viéndose así reducida la complejidad del mundo. Se trata de procesos de asociación implícita de sucesos; no de procesos de inferencia racional, razonamientos, ni de búsqueda explícita de las causas o análisis riguroso de los múltiples factores y relaciones entre los hechos, que corresponde ya a otros procesos más complejos. El hecho de sentir malestar en el intestino se atribuye, como más probable, a la ingestión de determinado alimento, aunque la causa pudiera ser otra de las varias posibles. Cuando se aproximan grandes nubes negras se predice como más probable un fuerte chaparrón, aunque no siempre ocurra; pero las personas tienden a acercarse a lugares donde puedan guarecerse.

A partir de unos hechos antecedentes el aprendiz puede prever determinados sucesos, aprendiendo implícitamente, de modo asociativo, a detectar *regularidades* que ocurren en el mundo circundante, lo que supone aprender qué hechos tienden ocurrir juntos, así como los que no suceden juntos, posibilitando una actuación más controlada y predecible. El aprendizaje asociativo de secuencias de sucesos en el entorno, además de la detección de covariaciones simples, se basa en la extracción de relaciones en todo el ámbito o espacio de contingencia de unos y otros hechos, cuando la probabilidad de que ocurran juntos es superior a la probabilidad de que

ocurran separados. Por tanto, "detectar contingencias y no solo covariaciones requiere un sofisticado sistema de cómputo, con un alto valor adaptativo, ya que nos permite anticipar los hechos más probables a partir de un antecedente y obtener ciertas consecuencias probables mediante nuestra conducta" (Pozo, 2003, p.145).

La detección de contingencias suele ser bastante precisa, aunque no exacta. Mediante los procesos asociativos se detentan con bastante precisión los cambios en el entorno; pero, el aprendiz suele interpretarlos en función de las propias experiencias, conocimiento previo y expectativas, construyendo concepciones personales o teorías intuitivas, implícitas, fuertemente arraigadas, Su acomodación, modificación o transformación en las pertinentes teorías explicitas, explicativas, científicas, requiere complejos procesos de análisis y reflexión, con cambios conceptuales que significan reestructuración cognitiva.

También es importante consignar la considerable influencia que el condicionamiento clásico tiene en los procesos emocionales, ansiedad, génesis de fobias, ciertos procesos psicosomáticos, etc., así como en su eliminación o extinción. Determinados tipos de asociación de sucesos implican la génesis o implícito aprendizaje de emociones mediante condicionamiento. El ser humano adquiere de modo implícito, sin tener conciencia de ello, un tipo de respuestas como son las emociones y responde emocionalmente a sucesos que ocurren en el entorno. El estímulo condicionado señala o indica la presencia o ausencia de una consecuencia apetitiva o aversiva, cada una de las cuales puede ser excitatoria o inhibitoria. Ciertas situaciones que generan satisfacción o bienestar, o bien dolor o ansiedad, pueden asociarse de forma contingente con estímulos o hechos que las preceden, asumiendo gran parte de la carga emocional, de índole apetitiva o aversiva, que engendraba la situación originaria. Por tanto, se responde emocionalmente a hechos o estímulos previamente neutros que de modo implícito han sido asociados a ciertos acontecimientos emocionalmente relevantes.

Vale la pena mencionar el conocido experimento en que un niño aprendió a tener miedo a una rata blanca, sin que anteriormente ocurriese, tras la presentación de dicho animal, 3-4 veces, seguida de un sonido o ruido de hierros en su espalda, que con anterioridad asustaba al niño. Posteriormente gritaba inmediatamente al ver el mencionado animal.

Las consecuencias o ciertas circunstancias personales insatisfactorias fuertemente asociadas a un suceso entrañan la adquisición implícita, sin darse cuenta de ello, de ciertas de fobias o miedo infundado, en que el individuo desplaza sus emociones a determinados hechos u objetos.

Cuando esas fobias afectan sensiblemente al comportamiento cotidiano de la persona le resulta necesario desaprender esas emociones ya de modo explícito, intencional y deliberado. La fobia a viajar en avión, subir en ascensor, el miedo a las arañas, etc., que pudo adquirirse por condicionamiento, requiere que sea desaprendida

con una intervención de ayuda externa explícita y sistemática. La disgregación de la asociación previamente establecida entre un suceso y otro, requiere un proceso de modificación de la conducta emocional que incluye factores propios del aprendizaje condicionado y también componentes cognitivos vinculados al procesamiento de la información, concerniente al análisis de la situación, las ideas del sujeto respecto de si mismo y su propia evaluación.

Por ejemplo, respecto del rechazo al ascensor, se emplea una combinación de técnicas de relajación e imágenes guiadas, con el entrenamiento de la persona mediante un proceso de desensibilación sistemática, para lograr un estado de relajación, antagónico con la ansiedad precedente. En este nuevo estado sucesivamente se introducen estímulos, situaciones o imágenes más próximos a la precedente situación: entrar en una pequeña habitación con otras personas y luego solo; después, entrar en un ascensor acompañado y luego solo, etc. hasta el hecho mismo de entrar en el ascensor con control de la ansiedad, de modo que la respuesta emocional termine extinguiéndose. Muchas conductas neuróticas debidas a miedo aprendido inconscientemente por condicionamiento, pueden eliminarse por extinción de tal condicionamiento.

Hay incluso evidencias de que el sistema inmune responde a los principios del condicionamiento reduciéndolo o elevándolo. Por tanto, ha surgido una nueva área de estudio interdisciplinar: la psiconeuroinmunología. (Kiekolt-Glaser y otros, 1998).

Los actuales enfoques de condicionamiento van desde los modelos esencialmente biológicos a los modelos conexionistas de aprendizaje, en el marco del paradigma cognitivo, basados en las propiedades de las redes neurales. (Hawkins y Bower, 1989, Hollis, 1997).

En resumen, el aprendizaje por condicionamiento no depende del número de veces del emparejamiento entre Ec-Ei; sino de que el primero sea informativo con respecto al segundo. Este tipo de aprendizaje muestra, pues, características o propiedades que pueden encontrarse en un sistema de procesamiento de la información. En todo caso, “el condicionamiento clásico continua siendo fundamentalmente importante para nuestra comprensión del aprendizaje” (Medin, Ross y Markman, 2001, p. 65).

A continuación se analiza un tipo de aprendizaje algo más complejo, que es el condicionamiento instrumental. Después, a lo largo del libro, se analizarán los complejos procesos cognitivos en el aprendizaje.

2.3. Condicionamiento instrumental en el aprendizaje

El condicionamiento instrumental en el aprendizaje, con los precedentes ya descritos, se inicia con Watson (1878-1958), quien establece dos postulados esenciales, mutuamente vinculantes: a) frente al método de la introspección individual,

subjetiva, privada, utilizada en épocas precedentes; la ciencia psicológica ha de ocuparse de lo que puede ser *observado* externa, pública y objetivamente, según el ideal positivista, y por consiguiente, b) el *objeto* de la psicología ha de ser la *conducta* o comportamiento observable y no la *conciencia*. Para Watson todo lo que no responda a estos postulados son elucubraciones o especulaciones fantasiosas carentes de valor científico. En esta perspectiva, la *mente* constituye una caja negra a la que no es posible acceder.

Por tanto, el *objeto* de investigación es la *conducta* y el *método* consistirá en la *observación* detallada de la conducta manifiesta de los individuos, animales o personas, negando validez a la introspección como método de estudio de fenómenos psíquicos. Como agudamente indica Trespalacios: “El paradigma conductista va a nacer, pues, dentro de asociacionismo; pero, en contra del mentalismo. La psicología cognitiva va a nacer volviendo al mentalismo; pero, fuera del asociacionismo”. (Fez. Trespalacios, 2004, p.17).

Como oportunamente señaló el profesor Yela (1980), el conductismo presenta un *corpus* coherente de ideas científicas con las que logra ofrecer una explicación de la conducta, según su delimitado objeto de estudio, empleando asimismo una metodología de investigación congruente con los principios y la índole de los problemas planteados, pertinente para la obtención de resultados científicamente válidos y fiables.

Los principios fundamentales y fundantes del paradigma conductista son: el *asociacionismo*, referido a asociaciones entre estímulos y respuestas, como los elementos más simples de la conducta, explicada por cadenas de asociaciones; el *mecanicismo*, según el cual las diferencias entre conductas elementales y complejas son meramente cuantitativas, sin que existan otras cualitativamente superiores; los supuestos del *evolucionismo*, en el sentido de que las leyes generales del comportamiento rigen tanto para los animales, particularmente de las especies superiores, como para el animal humano; el *positivismo*, según el cual la ciencia sólo puede ocuparse de hechos positivos (latín, possitum: *puestos*) observables por todos los científicos y explicados por otros hechos positivos. Por tanto, se descarta todo aquello que no cumpla tales condiciones de los hechos científicos.

Según el conductismo original, los hechos o fenómenos que cumplen esas condiciones son los estímulos y las respuestas, por lo que toda conducta se explica en términos de estímulos físicos y respuestas motóricas, en el contexto del entorno físico y social. Puesto que, frente a las reducidas respuestas innatas, la gran mayoría de las conductas son aprendidas o adquiridas en interacción con el entorno físico y las relaciones con los demás, se confiere una importancia primordial al aprendizaje en la configuración de la conducta, atribuyendo una influencia decisiva al entorno, como fuente de los estímulos generadores de respuestas, que implican cambios en el comportamiento.

El tipo de aprendizaje analizado en el paradigma del conductismo obedece al modelo de relación asociativa estímulo-respuesta (*E-R*). Dicho de otro modo, que la respuesta es función del estímulo $R = f(E)$.

Respecto del condicionamiento clásico o pavloviano, caracterizado por la linealidad de la conducta *respondiente*, el condicionamiento instrumental caracterizado por la conducta *operante*, entraña mayor complejidad, al entrar en juego una circularidad del tipo estímulo-respuesta⮌consecuencias, con un permanente bucle de *feedback* o retroalimentación.

Análogamente a la investigación médica, se comienza con experimentos sobre el comportamiento de los animales, extendiéndolos después al comportamiento del animal humano.

El ***aprendizaje por*** **ensayo-y-error** constituye una forma básica de aprendizaje, según Edward L.Thorndike (1874-1949). Esto es, en una situación determinada se llevan a cabo sucesivos intentos, pruebas o comportamientos hasta que con uno de ellos se logra el acierto, solución o éxito. Como tal, entraña efectos satisfactorios o positivos, en cuya virtud, queda fijado ese acto específico, eliminándose los restantes comportamientos. El comportamiento o respuesta, asociada a dicha situación, propenderá a repetirse. Esto es, en función de sus consecuencias unos comportamientos son fijados o aprendidos y otros son eliminados, por lo que su denominación bien podría ser la de aprendizaje por *intentos-errores-acierto.*

En su *Animal intelligence* (1911) Thorndike formula su famosa *ley del efecto* según la cual, en igualdad de circunstancias, entre las varias respuestas emitidas por un organismo ante una misma situación, aquellas que van acompañadas o seguidas de cerca por un efecto satisfactorio, se conectarán más firmemente con la situación; de manera que cuando ésta se presente nuevamente habrá mayor probabilidad de que se emitan la misma respuesta o comportamiento. En cambio, las respuestas acompañadas o seguidas de inmediato por una insatisfacción o malestar producirán una debilitación de sus conexiones con la respectiva situación; de manera que cuando esta se presente nuevamente disminuirá la probabilidad de aquellas respuestas. Por tanto, el mayor fortalecimiento o la debilitación de la conexión es una función de la consecuencia satisfactoria o insatisfactoria respectivamente.

Esta primera formulación de la *ley del efecto* quedó reducida únicamente a su primera parte, ya que el efecto de la *recompensa* no es simétrico al efecto de la sanción o *castigo*; pues la intensidad asociativa de la primera supera a la potencia de debilitación del segundo, aparte de los posibles efectos secundarios, indeseables, que supone. Por tanto, más tarde, en su *Educational Psychology* (1913) Thorndike, en forma más restringida, indica que cuando se establece una conexión entre una situación y una respuesta acompañada o seguida por un efecto satisfactorio, entonces se refuerza la intensidad de esa conexión; mientras que cuando va seguida por una situación *que no es satisfactoria*, la intensidad de la conexión *decrece*. Por consiguiente, los

comportamientos con efectos o consecuencias satisfactorias tienden a conectarse más intensamente a una situación, propendiendo a repetirse; mientras que tienden a extinguirse las que no tienen esas consecuencias o efectos.

En virtud de los resultados de la investigación empírica y posteriores interpretaciones, la ley del efecto quedó erigida como principio fundamental en la teoría del aprendizaje por condicionamiento instrumental. En síntesis, un acto propende a repetirse cuando va seguido de recompensa, satisfacción, acierto, éxito o logro de las propias expectativas, a lo que subyace una relación de medios a fines; de aquí la denominación de aprendizaje instrumental. Por tanto un comportamiento o respuesta con dichas características queda asociada al comportamiento que la precedió, lo que supone aprendizaje. El sujeto aprende asociando a un estímulo un comportamiento específico en función del efecto del mismo.

De hecho, en términos generales, el proceso de tanteos o ensayos se utiliza en innumerables situaciones, desde el aprendizaje del golf, a la resolución de problemas, incluida la investigación experimental o el inicio de la relación con otra persona, joven o mayor, turista oficinista o artista, que puede responder sea con una amable sonrisa, sea con un comportamiento insolente. Por tanto, la ley del efecto es la ley del efecto favorable, con arreglo al esquema estímulo-respuesta-efecto-aprendizaje.

A diferencia del comportamiento ciego del animal, encerrado en una caja de experimentación en el laboratorio; el comportamiento del aprendiz humano, ya en el inicio mismo del proceso de aprendizaje no es totalmente aleatoria, casual o errática, obedeciendo a un propósito, a corto o largo plazo, según su motivación. El resultado de cada intento tiene un valor retro-informativo que operará en los actos sucesivos. Asimismo, el conjunto de los intentos constituye acumulación experiencia que incide en los actos subsiguientes y la posibilidad del acierto final, con sus respectivos efectos satisfactorios para el aprendiz.

La *ley del ejercicio* es otro principio básico de este tipo de aprendizaje. Indica, que hasta cierto límite, la repetición o práctica del comportamiento apropiado a una situación contribuye a vigorizar su conexión asociativa.

La ley de la *disposición* o preparación agrega algo muy importante respecto de la efectividad del aprendizaje, destacando que si el organismo esta predispuesto o preparado para hacer algo, entonces encontrara cierta satisfacción en hacerlo, entrañando el logro de las propias expectativas un valioso refuerzo intrínseco de la propia acción.

Thorndike sentó, pues, las bases experimentales para el estudio de este tipo de aprendizaje, según las cuales los organismos se hacen con hábitos de carácter instrumental respecto de objetivos previamente inaccesibles (Pinillos, 1982).

La ley del efecto fue convertida en la ***ley del refuerzo*** por Skinner (1904-1991), destacando los conceptos de *operante* y *refuerzo*. En el condicionamiento

pavloviano, clásico, el comportamiento es de índole *respondiente*, directamente provocado por el estímulo; mientras que en el condicionamiento operante o instrumental hay que esperar que se produzca una conducta operante para entonces reforzarla, aunque ciertas señales llamadas estímulos discriminativos pueden constituir la ocasión para que opere la conducta. Cualquier conducta espontánea o voluntariamente emitida por el sujeto constituye una conducta *operante*, que apropiadamente reforzada producirá el aprendizaje correspondiente. (Operante→Refuerzo).

Reforzador es cualquier estímulo que sigue a un comportamiento o conducta, en cuya virtud se incrementa la probabilidad de su emisión. Se define en función de su efecto sobre la conducta precedente. Es el estímulo de recompensa que aparece o estímulo aversivo que desaparece, tras una conducta operante, ya que la desaparición de un estímulo aversivo al ejecutar determinada conducta operante actúa como reforzador de esta. *Refuerzo* es el proceso en que a una conducta operante sigue un reforzador, siendo el procedimiento empleado en el aprendizaje por condicionamiento instrumental u operante, tal que emitida determinada conducta operante, un reforzador se presenta o se retira.

Se denomina *reforzamiento* al proceso subyacente, suponiendo que interiormente se produce una conexión entre estímulo y respuesta que se fortalece, como lo entiende Thorndike; o bien se produce una representación mental de las relaciones entre acción y consecuencias, como se considera en el paradigma cognitivo. Skinner, en su conductismo estricto, elude, por inobservable, el análisis de tal supuesta conexión o tipo de representación; limitándose simplemente a la constatación empírica de que el refuerzo aumenta la probabilidad de la respuesta o comportamiento futuro.

En principio, puede decirse que determinada conducta puede reforzarse, aumentando así su probabilidad de ocurrencia en situaciones ulteriores, o bien puede castigarse, reduciendo la probabilidad de la misma en el futuro, aunque han de consignarse ciertas precisiones al respecto.

Los comportamientos que tienen un efecto gratificante, por obtener un resultado apetecido o evitar un castigo, tendrán más probabilidades de repetirse en el futuro. Éste es el principio fundamental del condicionamiento instrumental u operante. En términos empíricos, propiamente skinnerianos, se produce refuerzo de un comportamiento cuando aumenta la probabilidad del mismo en el futuro. Pero, no ha habido refuerzo, sino castigo, si el resultado es el decremento de la probabilidad de ese comportamiento.

El condicionamiento instrumental u operante constituye una forma de aprendizaje, ya que entraña un cambio de la conducta como resultado de la experiencia personal. El aprendizaje se produce por el refuerzo de una conducta, en virtud de la relación asociativa de la conducta operante y el estímulo reforzante que inmediatamente la sigue.

Niños, jóvenes o adultos, de una manera u otra, operan constantemente en sus interacciones con el entorno físico y social. Las consecuencias de sus comportamientos inciden en que (en términos de probabilidad) determinada conducta se adquiera, mantenga, reduzca o elimine. Las conductas de los seres humanos son abrumadoramente aprendidas, respecto de las innatas. Las conductas aprendidas, normales o no, se van configurando lentamente en la medida en que van seguidas de estímulos reforzantes, aunque sus resultados sólo sean percibidos a largo plazo. En las interacciones con el mundo físico, se aprende muy pronto a alejar la mano de la llama o llevar paraguas cuando llueve, evitando quemarse o mojarse. En las interacciones sociales, los demás, aun sin pretenderlo, influyen en la adquisición, por cada uno, de nuevas formas de conducta, normales o anómalas, o bien en su extinción, en la medida en que las refuercen, o no, con sus respectivos comportamientos. Por tanto, ciertas conductas inapropiadas aprendidas por los niños distan mucho de la intención de los adultos; pero, a veces, con congruentes con el comportamiento reforzante de estos.

Las conductas se van conformando lentamente al ir seguidas de estímulos reforzantes provenientes del entorno, formándose nuevos hábitos por la repetición de los ciclos de conducta operante-refuerzo. Naturalmente la influencia será mayor en la medida en que las interacciones sean más frecuentes e intensas, como ocurre en las mantenidas con amigos, compañeros, familiares y padres o profesores. Esos últimos pueden actuar intencionalmente mediante procedimientos de condicionamiento instrumental, fortaleciendo o debilitando determinados tipos de conducta por el refuerzo. De los modelos que se describen a continuación, los dos primeros vigorizan o aceleran la frecuencia de una conducta o comportamiento; mientras que los otros dos tienden a desacelerarla, reducirla o extinguirla.

Los ***modelos de condicionamiento*** instrumental vienen dados por la combinación de presencia/ausencia de reforzador y tipo de recompensa/estímulo aversivo, resultando así los siguientes: recompensa, evitación, omisión y castigo.

Aprendizaje de ***recompensa*** se produce en el comportamiento con alta probabilidad de obtención de un premio (*refuerzo positivo*), aumentando consiguientemente la probabilidad de que en el futuro se ejecute dicha conducta. Corresponde al proceso más típico del condicionamiento instrumental, denominado *refuerzo positivo* o simplemente *refuerzo*. Es la función que define el aumento en el número de veces de una respuesta, por ser contingente con la recompensa o reforzador positivo. Empíricamente considerado, un estímulo es un reforzador positivo si incrementa la frecuencia de la conducta a la que sigue. Por ejemplo, si al saludar a determinada persona, ésta devuelve el saludo con una amable sonrisa, entonces se incrementa la probabilidad de que se la siga saludando en lo sucesivo. Si el niño acaba el plato de natillas, entonces podrá ver el deseado programa de TV.

Aprendizaje de ***evitación*** es el proceso en que el sujeto ejecuta determinada conducta por la que impide o evita un estímulo aversivo o castigo, aumentando, por

tanto, la probabilidad de que se ejecute en lo sucesivo (*refuerzo negativo*). Se produce condicionamiento de evitación cuando el sujeto ejecuta determinada conducta para *evitar* que aparezca el estímulo aversivo, reforzándose la aparición de esa conducta o vigor de la misma. La *evitación* es reforzante ya que implica la consecución de no-castigo. El animal que salta por encima de una rejilla en el suelo para evitar una suave descarga eléctrica, aprende a saltar en tales circunstancias. Se refuerza la aparición de esa conducta de evitación de un estímulo contingente con ella.

Una variante es el llamado comportamiento de *escape* que se realiza para suprimir o hacer que desaparezca el estímulo aversivo que ya hubiere comenzado. Por tanto, es fortalecido el comportamiento que evita o suprime un estímulo desagradable. Cuando un adolescente saluda cortésmente al adulto vecino, evitando así su hosca expresión, que se hace risueña, entonces está operando el condicionamiento por evitación o la persona adulta esta controlando, de este modo, la conducta del adolescente. Pero, los efectos del reforzador de índole positiva son más predecibles que los de índole negativa, pues el adolescente también podría en lo sucesivo evitar el encuentro con esa persona o ignorar su presencia.

Es importante hacer algo para lograr una satisfacción; pero también hacer algo para evitar una insatisfacción. Por tanto, un comportamiento queda reforzado cuando es contingente con la obtención de un premio (*refuerzo positivo*) o con la evitación de un castigo (*refuerzo negativo*), aumentando en ambas condiciones la probabilidad de ocurrencia futura de tales comportamientos.

En el condicionamiento instrumental por **omisión** si la conducta ejecutada (inapropiada) va seguida de la retirada de un premio (*castigo negativo*), se reduce la probabilidad futura de esa conducta inapropiada. Por ejemplo, si niño nuevamente derrama las natillas del plato, entonces se queda (omisión) sin ver el programa televisivo (extrínseco) y además sin las natillas (intrínseco). La *omisión* es *castigante* porque es la consecución de no-recompensa, de aquí la denominación de *castigo negativo*.

En el condicionamiento instrumental por ***castigo***, la conducta que aumenta la probabilidad de una situación aversiva, no deseada, (*castigo positivo*), se reduce o aminora respecto de la probabilidad de que en lo sucesivo se produzca esa conducta. Castigo es el condicionamiento mediante un estímulo aversivo presente, siendo la función que define la supresión de una respuesta que es contingente con el estímulo aversivo. Por consiguiente, en estos dos últimos casos, se reducirá la probabilidad de que un comportamiento se produzca en el futuro cuando es contingente bien con la retirada de un premio (*castigo negativo*) o bien con la presentación de un castigo (*castigo positivo*). El progenitor puede castigar al niño bien imponiéndole una sanción, situación aversiva, bien privándole de una recompensa prevista, reduciéndose la probabilidad de que ocurra esa conducta, indeseable, en función de las contingencias de castigo positivo o negativo.

En resumen, se tiene *refuerzo*, positivo o negativo, cuando el resultado es un aumento de la probabilidad o vigor de la conducta. Por el contrario, cuando el resultado es la reducción de la probabilidad de la conducta o comportamiento, entonces no hubo refuerzo sino *castigo*. Un principio fundamental del condicionamiento instrumental es, pues, que las consecuencias inmediatas de una conducta incrementan, mantienen o reducen la probabilidad de que vuelva a ejecutarse. (Fez.Trespalacios, 2004).

El *refuerzo*, sea positivo o negativo, en el sentido indicado, sirve para incrementar una conducta. Sin embargo, el refuerzo positivo es el procedimiento más efectivo y seguro, circunscribiéndose más directamente a la conducta a la que sigue, por lo que ha de considerarse prioritario sobre el de índole negativa. El apropiado refuerzo positivo inmediato es, pues, el modo más efectivo de incrementar la frecuencia de una conducta, ya que fortalece la conducta a la que sigue o genera conductas que perduran, presentando notoria resistencia a la extinción. Se generaliza a nuevas situaciones o contextos y muestra lo que debe hacerse, siendo, por tanto, de índole constructiva. Si se pretende el incremento de determinado comportamiento del aprendiz, como la efectiva realización diaria de las tareas de ortografía y se utiliza el refuerzo negativo, riñéndole cuando se demora, puede ocurrir que el aprendiz trate simplemente de evitar la desagradable reprensión, concentrando su atención en la realización de la tarea ortográfica y concluyéndola en el tiempo debido. Pero, también puede ocurrir que se limite a coger el lápiz y mirar a su escrito, solicitando pronto permiso para ir a los servicios, siendo, por tanto, más difícil predecir la conducta y efectos secundarios. La conducta resultará fortalecida, en todo caso, si en la realización de la tarea o la conclusión de la misma se aplica un refuerzo positivo, como el elogio o alabanza. Asimismo, si el niño saluda a determinada persona y esta le devuelve el saludo con una amable sonrisa, entonces es altamente probable que el niño la siga saludando en lo sucesivo. *A sensu contrario*, si la persona saludada no responde al saludo del joven, descenderá la probabilidad de que éste la salude en el futuro.

Cuando una conducta es *ignorada*, sin que del entorno surja respuesta alguna a la misma, (ausencia de refuerzo) tenderá a decaer, hasta su *extinción*. Ignorar una conducta inapropiada constituye un procedimiento para reducir la probabilidad de su ocurrencia futura. Resulta especialmente efectivo cuando se utiliza combinado con el refuerzo positivo de la conducta alternativa apropiada. No reforzándola, la conducta indeseable se debilita; al tiempo que se refuerza positiva y consistentemente la conducta alternativa deseada, siendo el refuerzo positivo, en alto grado, un principio esencial en la modificación de la conducta.

El estímulo desagradable, *aversivo*, que sigue inmediatamente a determinada conducta tiende a su *inhibición*. Ésta también puede resultar de la desaparición o sustracción de algo valioso para el sujeto, como ocurre con la detracción de puntos, o de euros, por infracciones de las normas de circulación. Un estímulo es un

inhibidor cuando tiende a generar un descenso de la frecuencia de la conducta a la que sigue. Pero, repárese en que el inhibidor debilita la conducta a la que sigue; pero, no refuerza la apropiada conducta alternativa, si no se utiliza simultáneamente su el refuerzo positivo. No se otorgan más puntos, o euros, a quien se atiene estrictamente a las normas de tráfico durante un largo periodo de tiempo, de acuerdo con un *programa de refuerzo*, positivo.

La inhibición de la conducta indeseable en forma punitiva, particularmente con el *castigo* frecuente o intenso, a veces, puede producir efectos secundarios no deseados, generalmente de índole emocional como miedo, ira o deseos de venganza, conllevando complejos problemas, unos conocidos y otros supuestos. El castigo enseña cómo no actuar, pero no enseña cómo actuar, no siendo, pues, constructivo. Ya Thorndike había advertido que el castigo es asimétrico al refuerzo.

Los refuerzos *primarios* poseen una potencia reforzante natural. Los refuerzos *secundarios* la poseen en virtud de su asociación a un refuerzo primario, siendo refuerzos adquiridos, como ocurre con los de carácter social. Que un mismo refuerzo secundario, como la aprobación social, sea generalizable, actuando como refuerzo respecto de diversos tipos de conductas o comportamientos, constituye un valioso instrumento en el moldeamiento de la conducta.

La *atención* del adulto, progenitor o profesor, es un potente reforzador. También puede serlo la *atención* de los compañeros, que generalmente trata de atraer el escolar disruptivo. Pero, es frecuente que la atención paterna o docente tienda a concentrarse más en las conductas indeseadas que en las apropiadas, por lo que aquellas resultan reforzadas, sin serlo éstas. Por consiguiente es necesario cambiar las contingencias, de modo que la atención del adulto siga a la conducta deseada, ignorando, hasta cierto límite, la indeseada.

Particularmente requieren mayor atención reforzante justamente aquellos aprendices cuya conducta es menos estable y persistente en sus actividades de aprendizaje o menos frecuentes los éxitos de sus resultados. Es necesario, pues, aprovechar aquellas pocas o singulares situaciones de una conducta apropiada (persistencia en la actividad, finalización de la tarea, escucha atenta, ausencia de disrupciones), así como los resultados apropiados, incluso aproximados, para su refuerzo positivo de índole social, con expresiones de ánimo o elogio, en línea de progresivas aproximaciones a comportamientos y resultados del aprendizaje sucesivamente mejorados, con efectos favorables para la autoestima del aprendiz y la motivación en general. Un refuerzo social de índole afectiva puede resultar suficiente, incrementando la probabilidad de un adecuado comportamiento o actividad futura, especialmente cuando el problema son las carencias afectivas, de cuya reducción no parece haber indicios en la estructura social actual. Como se ha señalado con toda claridad, "Desde su formulación por Thorndike, se advirtió que la ley del efecto era en realidad una ley de afecto" [con *a* inicial] (Pinillos, 1982, p. 313).

En definitiva, se trata del empleo de reforzadores múltiples y variados, atendiendo a las "pequeñeces", variando incluso la expresión de los elogios: bien, muy aceptable, estupendo, mejor que ayer, magnífico, etc. Tiene especial relevancia el cambio de actitudes o conductas habituales de progenitor o docente, sustituyéndolas por la predisposición, respecto de la conducta del aprendiz, a "pillarle haciendo algo bien", para su inmediato refuerzo positivo. Tanto la conducta social apropiada como el comportamiento académico efectivo pueden incrementarse si son adecuadamente reforzados. Generalmente, el aprendiz con un problema grave de conducta también suele mostrar un bajo nivel de rendimiento académico. Difícilmente se mejora este segundo sin resolver el primero. En este "pequeño matiz" no suelen reparar aquellos que se lanzan a teorizar sobre los superiores procesos mentales en el aprendizaje, la magnificencia de la motivación intrínseca, las altas intencionalidades formativas de la institución escolar y la excelencia en los resultados.

Una situación típica es la del buen estudiante que ha terminado la tarea. En una situación de privación de estímulos y atención docente, es probable que haga algo (levantarse, ruido, etc.) atrayendo la atención de algún compañero y estableciendo cierto tipo comunicación verbal o no-verbal (sonrisas, gestos, etc.) que implica un refuerzo positivo; pero, generando una disrupción en el aula.

El *efecto de demora* en el refuerzo ha sido reiteradamente evidenciado, poniéndose de manifiesto que su efectividad depende, en gran medida, de su inmediatez y consistencia. Tanto en lo concerniente al comportamiento social como en el ámbito específico del progreso académico, la demora en el refuerzo entraña la pérdida de sus efectos favorables, por debilitamiento de lo aprendido, perdida del interés suscitado por los problemas surgidos en el estudio o esfuerzos en la realización de la tarea.

Pero, de una manera especial, la demora influye en los importantes efectos de *retroinformación* o información confirmativa del acierto o bien sobre el error para su inmediata rectificación, cuyo retraso puede influir negativamente en el aprendizaje subsiguiente. La demora reduce el valor de la motivación intrínseca inherente a los resultados alcanzados, valiosos por si mismos. Desligadas de esas funciones, las habituales calificaciones escolares pasan a constituir un tipo de motivación extrínseca, meramente externa. La efectividad del aprendizaje requiere, pues, *información de retorno* respecto de los resultados de la actividad tan pronto como sea posible. Cuando la deseable corrección individualizada no es posible, puede suplirse parcialmente con otros procedimientos, como la corrección colectiva dirigida por el docente o el intercambio de las realizaciones entre los alumnos, en el marco de un aprendizaje cooperativo o grupal. (Rivas, 2002).

Por otra parte, retomando lo expuesto sobre modelos de condicionamiento instrumental, en lo concerniente a la modificación de conductas específicas, el refuerzo *continuo* de cada comportamiento (apropiado) no resulta necesario, ni conveniente para la formación y mantenimiento del hábito. La investigación ha puesto

de relieve que resulta más efectivo y viable el refuerzo *parcial*, tras determinado número de respuestas o ciertos periodos de cierto tiempo.

Los ***programas de refuerzo*** *parcial* empleados en el condicionamiento instrumental difieren en cuanto a las pautas, ritmos o frecuencia relativa según las cuales se suministran los refuerzos, recompensas o estímulos aversivos que influirán en la actuación de aprendiz. El reforzador se suministra intermitentemente en función de los parámetros de *tiempo* o *número* de respuestas, resultando cuatro tipos de programas básicos.

i. Un programa de *intervalo fijo* es aquel en que el refuerzo se suministra conforme a un periodo temporal fijado. El programa de intervalo fijo de diez minutos [IF10] indica que ese es el tiempo que trascurra entre un refuerzo y el siguiente. El resultado de este tipo de programa es un aumento de la tasa de respuestas hacia el final del intervalo, ya que el sujeto *aprende* cuándo el nuevo refuerzo está disponible.
ii. Un programa de *intervalo variable* sigue una pauta consistente en suministrar el refuerzo según un intervalo temporal de duración aleatoria, aunque con un promedio o media determinada. Así, un programa de intervalo variable con una media de ocho [IV8] significa que el intervalo *medio* entre dos refuerzos es de 8 minutos, que puede variar, aunque manteniendo el promedio. Al aprendiz no le resulta posible averiguar el momento preciso del refuerzo, manteniéndose constante la tasa de respuesta, aunque relativamente baja.
iii. El *programa de razón fija* obedece a una pauta en que el refuerzo de las respuestas o comportamientos se realiza de manera regular conforme a un índice de razón, independiente del tiempo. El sujeto recibe un reforzador por cada ***n*** respuestas. El programa de refuerzo [PR4] indica que se suministra el refuerzo cada 4 respuestas. En realidad, el propio aprendiz determina la frecuencia de la recompensa, manifestándose su efecto en la aumento de la velocidad en la emisión de las respuestas.
iv. El programa de *razón variable* es aquel en que el número de respuestas para obtener el refuerzo varía aleatoriamente, aunque con arreglo a una razón media definida. En un programa de razón variable, con índice de razón media seis [PV6] indica que de cada serie de 6 respuestas o comportamientos apropiados se reforzará cualquiera de ellas, aunque manteniendo el promedio. Esta variabilidad no permite que el aprendiz descubra la pauta, siendo el resultado una tasa alta y estable de respuestas.

En general, el refuerzo intermitente suele resultar más efectivo que el continuo, si bien habrá de considerarse también la cantidad y calidad del mismo.

Respecto de la *adquisición* de hábitos resultan más efectivos los programas más intensos (intervalo fijo corto o razón fija baja); pero, en lo concerniente a su *mantenimiento* están indicados los programas de intervalo o razón variable de menor intensidad.

El *hábito* es la conducta que tiene una alta probabilidad de producirse, dadas ciertas condiciones. Se forma como resultado de la historia personal de la conducta específica que ha sido reforzada, configurándose lenta pero consistentemente por los efectos acumulativos de innumerables ciclos conducta-refuerzo. Por ejemplo, si se ha reforzado convenientemente la asociación entre situación y el comportamiento, el niño habrá aprendido a mirar a derecha e izquierda antes de cruzar una calle. Mediante la combinación articulada de los programas básicos de refuerzo se elaboran programas complejos, como los programas concurrentes, secuenciales, múltiples, mixtos o encadenados.

El ***moldeado de la conducta*** (*shaping*) consiste en el enlace de una serie de conductas simples mediante la aplicación del refuerzo sucesivo, de modo que su encadenamiento compone la secuencia de una conducta más o menos compleja configurando determinado modo de comportamiento habitual. Esas nuevas formas de conducta se adquieren a base del aprendizaje del enlace de tramos crecientes de la secuencia con un progresivo acercamiento a la conducta final pretendida, como *aproximaciones sucesivas*, por lo que se conoce también con esta denominación.

Supóngase que se pretende que el niño, o el ya no tan niño, adquiera la conducta consistente en agrupar o incluso ordenar sus prendas de vestido, juguetes, instrumentos tecnológicos o libros en sus correspondientes armarios, cajones, mesa o donde proceda, en lugar de dejarlos desparramados por toda la casa en sillas, mesas o suelo.

La primera providencia consiste en no recoger el objeto abandonado en el suelo, que constituiría un refuerzo de su inapropiada conducta. Se le indica de forma verbal o no-verbal, señalando con el dedo, el objeto o prenda de vestido en el suelo. A la acción de recogerla sigue una leve recompensa verbal o gestual. Sucesivas *aproximaciones* se concretan en la recogida de otros objetos; en su traslado a la habitación; en su colocación en el lugar apropiado, etc. con el inmediato refuerzo positivo de esas acciones o un conjunto de ellas, incluidas sus propias conductas operantes espontáneas o voluntarias. Se trata de sucesivos acercamientos a la pretendida conducta habitual, como meta, inmediatamente reforzados, aunque requiriendo progresivamente mejores aproximaciones para la obtención de la recompensa, verbal o de otro tipo, hasta la consolidación del hábito.

Análogo procedimiento, con las considerables diferencias, puede emplearse con el niño o adolescente hiperactivo para que progresivamente permanezca más tiempo sentado en su pupitre, realizando las tareas que habrán de ser "bien activas".

Tarea previa es el análisis de la estructura o composición de la conducta compleja final pretendida, a tenor del cual se ordena la secuencia de pasos o comportamientos más simples que la componen, en que cada uno de ellos es instrumental o medio respecto de la conducta compleja global pretendida como meta.

Se emplea el refuerzo selectivo de determinadas pautas, dejando de reforzar otras, en una combinación de refuerzo y no-refuerzo para enlazar secuencialmente los comportamientos simples en la configuración de la nueva y más compleja conducta. En el moldeado del patrón de una conducta compleja, desempeña una importante función el uso de la comunicación verbal y no-verbal como señal o estímulo discriminante y como refuerzo secundario de índole social, particularmente las alabanzas, con sus ingredientes motivadores, emocionales o afectivos.

En resumen, las sistemáticas elaboraciones de Skinner y posteriores se concretaron en ciertos procedimientos o técnicas que han mostrado una considerable efectividad en el moldeamiento y modificación de determinados tipos de conducta. Ciertos aspectos o facetas de las mismas han sido aplicadas en las estrategias de gestión, manejo o control del aula.

Asimismo, el propio Skinner se ocupó de la aplicación didáctica de su teoría con el diseño de la llamada *instrucción programada* y el empleo de las denominadas *máquinas de enseñanza*. La instrucción programada, previo análisis pormenorizado de la tarea, consiste en la formulación de unos objetivos operativos, cuyo logro sea susceptible de verificación y la secuenciación de los correspondiente contenidos en pequeños pasos, de notoria sencillez, evitando la acumulación de errores. En cada uno de dichos pasos o pequeños elementos del contenido se requiere la activa respuesta del aprendiz, con el inmediato refuerzo positivo. En la modalidad de programación ramificada el aprendiz se desvia a una rama que le posibilita subsanar las deficiencias, retornado seguidamente a la secuencia central.

Aparte de la extraordinarias diferencias entre los actuales ordenadores y la rudimentarias maquinas de enseñanza empleadas por Skinner y sus discípulos en los años 60 de s. XX, por razones diversas la instrucción programada tuvo una corta vigencia, aunque no es difícil encontrar algunas de sus características en algunos programas informáticos actuales de *E-learning*.

2.4. El aprendizaje de conductas sensomotóricas

Dentro del paradigma conductista, cabe destacar el aprendizaje de *conductas senso-motóricas complejas*, que concierne a innumerables actividades como atornillar y destornillar, escribir mecanográfica o manualmente, pintar, bailar la jota, jugar al tenis o conducir vehículos, incluidos aviones. Estas conductas, como su nombre indica, entrañan coordinación de información sensorial, proporcionada por los sentidos externos y los sentidos internos, con las correspondientes respuestas musculares. Se

trata de *destrezas* que constituyen habilidades efectoras, de índole ejecutiva, con control sensorial de los movimientos musculares en la ejecución competente de una tarea o actividad.

Este tipo de aprendizaje, iniciado en la educación infantil con actividades de motricidad fina y gruesa, concierne a diversas áreas, capacidades o competencias, desde la educación física y deportiva, pasando por la expresión artística plástica o la danza, hasta las competencias requeridas en la formación profesional.

Este tipo de conducta corresponde a una cadena de asociaciones en que el *feedback* sensorial consecutivo a una respuesta actúa como estímulo respecto del siguiente componente de la cadena. Como encadenamiento de estímulos y respuestas, ha ocupado un lugar preferente en el paradigma conductista del aprendizaje. Los análisis han continuado y su estudio constituye actualmente un importante foco de atención psicológica y pedagógica.

Así, el inicio en el aprendizaje de la destreza o competencia mecanográfica muestra un proceso asociativo simple, de condicionamiento estímulo y respuesta. Ante el teclado del ordenador, el aprendiz pulsa la primera tecla de la segunda fila —con el dedo meñique de la mano izquierda— apareciendo escrita la letra [a]. Pulsa la última tecla alfabética de esa fila —dedo meñique de la derecha— y aparece la [ñ] con nueva satisfacción por el acierto. Seguidamente opera con el anular de la misma mano en la primera fila y aparece la [o] incrementándose la satisfacción al haber logrado escribir —mirando a la pantalla y no a las teclas— toda una palabra [*año*]. De este modo se inicia el aprendizaje de la destreza mecanográfica, de índole visomotórica, alcanzándose su dominio —veloz escritura de letras enlazadas formando palabras— tras una prolongada práctica deliberada y su progresiva automatización. Quienes dominan esta destreza prefieren —y así lo hacen— borrar y volver a escribir la palabra entera en el ordenador, en vez de efectuar la corrección de alguna de sus letras. Alcanzado, pues, un adecuado nivel de competencia, la escritura de cada palabra se ejecuta ya como unidad léxico-semántica, como respuesta unitaria, a lo que subyace cierto dominio lingüístico. Por tanto, al proceso asociativo, pulsación-letra, con su repetitivo encadenamiento, se incorporan operantes configurativos correspondientes a palabras u oraciones, con ejecuciones que constituyen respuestas unitarias con sentido.

El previo *análisis de la tarea* en sus partes componentes constituye la base para el descubrimiento de secuencias de aprendizaje que se enlazan progresivamente configurando estructuras de conducta que se manifiestan en una acción unitaria eficiente y se consolidan a través de una práctica deliberada.

Una vez más, hay que tener presente la diferencia entre el *aprendizaje* o proceso de adquisición y la *ejecución* de la conducta en que se manifiestan los resultados de aquel. Tal distinción no parece advertirse por algunos autores del ámbito de la teoría didáctica, militantes de un aprendizaje global u holísta, debido posiblemen-

te a una defectuosa interpretación de Decroly o de la concepción gestaltista, como si todo se redujese a reestructuración del campo perceptivo y comprensión súbita (*insighit*). Evidentemente, en el extremo opuesto se hallaban quienes pretender reducirlo todo exclusivamente a estímulos y respuestas.

Efectivamente, la ejecución de una conducta o acción es de índole unitaria, de carácter holístico; pero, tras el previo aprendizaje singularizado de cada uno de sus componentes. El golpe del tenista (*forehand*) para el envío de la pelota a una esquina de la pista contraria y la más difícil dejada con bote de retroceso (*backspin*), para anotarse un punto, son ejemplos de conducta unitaria o global. Mas, previo aprendizaje singularizado de sus componentes (empuñar la raqueta convenientemente, girar la muñeca en el momento oportuno, regular velocidad y desplazamiento del brazo, etc. coordinando los movimientos del cuerpo en su conjunto). Si el aprendiz de tenis pretendiese, desde el inicio, hacerlo todo, en forma global u holista, lo más probable es que ni siguiera logre el contacto de la raqueta con la pelota.

Se trata, pues, de combinar distintos elementos componentes en la secuencia de ejecución de una conducta unitaria o global. Las conductas-componentes singularmente aprendidas, se enlazan e integran en una ejecución unitaria, tras una práctica deliberada bien distribuida en el tiempo.

Por otra parte, el tenista recibe constantemente *información* sensorial, visual, de las líneas que delimitan la pista, posición del adversario, movimiento de la pelota, etc. e información auditiva del impacto sobre la pelota de la raqueta del oponente: información exteroceptiva. Asimismo, recibe las propias *sensaciones* musculares, posición, equilibrio, etc.: información propioceptiva. Todo ese conjunto de elementos se integra configurando la acción.

En el proceso de aprendizaje y mejora de la ejecución es decisiva la retroinformación del resultado de cada una de las acciones. Por seguir con el mismo ejemplo, el tenista obtiene información por la percepción visual del resultado de los envíos de la pelota a la pista contraria, que botan en el centro, fuera de la línea o se estrellan en la red, etc. en cuya virtud realiza las pertinentes correcciones, modificando la ejecución, sea golpeando la pelota con menos intensidad, sea haciéndolo hacia abajo, cuando la pelota esté en lo más alto del bote, sea cuando desciende tras el bote, imprimiéndole mayor "liftado". Esas rectificaciones afectan a uno u otro de los componentes de la acción. En este caso, la ejecución automatizada se sustituye por el consciente análisis e intencional aprendizaje del correspondiente componente singularizado de la destreza, pudiendo comportar el des-aprendizaje de un componente defectuosamente ejecutado y un re-aprendizaje más apropiado, en el que no están ausentes ensayos, errores y acierto final, con sus efectos de refuerzo de naturaleza intrínseca.

Si no dominase aún cierto componente de la destreza, habrá de aprenderse de modo específico.

Por el contrario, si, como aprendiz, no obtuviese retroinformación por haberse borrado la línea de fondo o el sol lo impidiese, no sería posible la regulación de la ejecución y aprendizaje efectivo con la inmediata corrección de los errores. Por consiguiente, la información de retorno, específica e inmediata, de los resultados de la acción constituye un factor crucial en el proceso de aprendizaje de cualquier tipo. Cuando el resultado es positivo y satisfactorio este tipo de refuerzo constituye factor de motivación intrínseca, aparte de la motivación extrínseca por los elogios del entrenador o los aplausos del público si lo hubiese (refuerzo social).

El aprendizaje y competente ejecución de conductas mecanográficas, tenísticas y tantas otras, implican coordinación de información sensorial y respuestas de índole muscular. Tal información sensorial es suministrada por los sentidos externos, mediante la percepción visual, auditiva o táctil (información *exteroceptiva*) y por la proveniente de los sentidos internos, como el sistema muscular (información *propioceptiva*). Ese flujo retroactivo de la información proporcionada por dichos procesos sensoriales resulta esencial en la gradual configuración de las conductas senso-motrices a través de la experiencia personal. (Rosenbaum, 1991).

En la conducta senso-motriz los patrones o pautas musculares están reguladas de forma muy fina por un flujo de reaferencias, de modo que los movimientos se ajustan constantemente a la información suministrada por los sentidos externos y las sensaciones musculares. Los factores regulativos incluyen coordinación piscomotriz de movimientos musculares finos, coordinación de movimientos gruesos de los miembros, seguridad de los mismos, agilidad de muñeca, manos y dedos, ajustes motóricos respecto de objetos en movimiento, control del ritmo y tiempo de reacción, que se combinan en función de la ejercitación o práctica específica, a cuyo perfeccionamiento y consolidación contribuyen también ciertos procesos de nivel cognitivo. (Fleishman y Parker, 1962; Fitts y Posner, 1967; Ruiz, 1994).

Este tipo de aprendizaje implica procesos asociativos de condicionamiento, ensayos con errores y acierto, refuerzos, imitación, reajustes de atención y percepción, propósitos o intencionalidad, integrando múltiples ingredientes, incluidos componentes cognitivos. Pero, obviamente, no se realiza mediante complejas inferencias y razonamientos, imprescindibles, eso si, en otro tipo de aprendizaje.

En procesos de aprendizaje complejo de competencias sensomotoricas, el aprendiz humano combina e integra procesos asociativos simples con otros de nivel superior, teñidos de pensamiento, inherentes a la acción humana. El tenista diestro en ejecutar mecánicamente golpes de gran precisión; además de esta técnica, emplea ciertas *tácticas* y *estrategias*, conforme a su conocimiento y experiencia, alternando tiros de diverso tipo, en dirección, altura del bote, etc. buscando que resulten impredecibles para el adversario. Puede planear la ejecución reiterada de golpes cruzados, renunciando a puntos fáciles, perdiendo incluso el primer *set*, a cambio de cansar al oponente, particularmente cuando sea persona ya madura, para luego ganar los dos

sets restantes y con ello el partido. Asimismo, el cirujano, diestro en el uso del bisturí, en su intervención quirúrgica evoca sus conocimientos de anatomía, fisiología, patología, etc. en función de los cuales utiliza el bisturí apropiadamente.

Por otra parte, a medida que se incrementa el dominio de la destreza, configurando respuestas unitarias de índole global, este tipo de conductas se automatizan, permitiendo liberar energía psíquica para concentrarla en procesos cognitivos superiores, sea tenista, electricista, piloto o cirujano.

Un principio general del aprendizaje, unánimemente aceptado, es el concerniente a la distribución de la práctica en el tiempo. Frente a la práctica masiva y fatigosamente acumulada en un corto periodo temporal; resulta más efectiva la distribuida en un más prologado período temporal, en sesiones breves, intercalando descansos momentáneos, hasta la relativa consolidación de lo aprendido.

El rendimiento mejora rápidamente al comienzo, haciéndose progresivamente más lento a lo largo de la práctica; aunque siempre puede lograrse mejora con más práctica. Expertos pianistas, violinistas o tenistas, entre otros, persisten en la práctica cotidiana. Aun los grandes campeones deportivos de tenis, golf, etc., disponen de maestros o entrenadores (*coach*) que les proporcionan un sutil feedback para la corrección de defectos y mejora continua. Sin embargo, como señala con ironía G. Bower, "curiosamente tan intenso entrenamiento no ocurre en las disciplinas académicas, como matemáticas o psicología" (Bower, 2000, p. 8).

En esos altos niveles de dominio, ciertas facetas de las destrezas corresponden a un aprendizaje implícito, no consciente, generalmente inaccesible a la introspección de la conciencia y más allá de la capacidad de verbalización o descripción detallada por el experto, sea músico o deportista.

2.5. Aprendizaje por observación: modelo e imitación

El denominado aprendizaje por *observación*, por *imitación*, *vicario*, *social*, mediante *modelos* o *modelado* es de gran relevancia por las innumerables adquisiciones que, implícita o explícitamente, el aprendiz humano realiza de ese modo, así como por la frecuencia del mismo. Su análisis pone de relieve las limitaciones del aprendizaje por condicionamiento, aunque alguno de sus principios también resulte vigente en este tipo de aprendizaje, aunque entendido de forma distinta. En este contexto *modelo* significa simplemente aquello que es objeto de imitación, sin connotación valorativa o axiológica alguna. Se puede imitar modelos admirables o detestables.

Mediante la *observación* del comportamiento de otras personas el aprendiz humano adquiere nuevas formas de comportamiento y modela la propia conducta, sin que, a diferencia de lo postulado por el conductismo, resulte necesaria la efectiva repetición de una respuesta asociada a un estímulo, ni la experiencia personal del

efecto o consecuencias de un comportamiento específico. Así, el niño que percibe el daño sufrido por otro con el manejo indebido del cuchillo, asocia tal suceso y sus consecuencias, aprendiendo a predecir las consecuencias del inadecuado uso de los cuchillos, sin necesidad de ejecutar por si mismo una conducta operante de esa clase. La conducta del primer niño, incluidos sus efectos o consecuencias, ha sido el *modelo* de observación del segundo. Es bien conocido el dicho popular de "aprender en cabeza ajena", científicamente denominado aprendizaje vicario.

En el aprendizaje *vicario* (<vicarium, latín: *sustituto o suplente*) el comportamiento observado en otro sustituye o suple, como antecedente, la propia experiencia individual. Esa experiencia vicaria o sustitutiva puede resultar suficiente para el aprendizaje. A este mismo principio obedecen los procesos de *aprendizaje social* o adquisición de formas de conducta, normas y hábitos sociales. En el devenir de la vida, unos aprenden de otros, implícita o explícitamente, una multiplicidad de patrones de comportamiento, en virtud de la observación e imitación de modelos de conducta. (Pelechano, 1980).

Como indica Bandura (1982), cuando se trata de conductas simples, la asociación conducta-refuerzo constituye un eficiente medio de regulación, modificación, cambio o consolidación, particularmente en contextos muy delimitados, como ocurre con el aprendizaje del manejo de los cubiertos en el domicilio o comedor escolar. Pero, resultaría extraordinariamente lento e inabarcable esperar a que se emita cada conducta operante para reforzarla, suministrando sucesivamente estímulos de efecto satisfactorio respecto de cada uno de los componentes de conductas complejas. Conforme a la capacidad perceptiva e imitativa de que dispone el ser humano, la mayoría de esas conductas se adquieren precisamente percibiendo como otros las ejecutan, con sus consecuencias o efectos (*efecto vicario*).

Las personas aprenden, pues, mediante las propias experiencias personales o actividades que realizan individualmente, respondiendo a determinados estímulos; pero, también aprenden observando lo que otro hace y cómo lo hace, bastando, en ciertas ocasiones, con verlo una sola vez. Por consiguiente, el autor mencionado sostiene que, en la adquisición de conductas sociales relativamente complejas, lo viable y efectivo es el aprendizaje por observación e imitación de modelos (modelado).

Asimismo, se adquieren nuevas formas de comportamiento de base perceptivo-motórica mediante *observación/imitación* de la conducta de otra persona en innumerables situaciones y contextos: domicilio, escuela, taller, terreno deportivo, etc. Se manifiesta ya desde el inicio del aprendizaje, con la imitación del modo de coger las tijeras, el lápiz, la raqueta, el escoplo o la lima. El aprendiz observa posiciones y secuencias de movimientos en el comportamiento específico de otra persona: familiar, amigo, maestro o experto. Subsecuentemente trata de imitarle en la propia ejecución personal, con el mayor ajuste posible. Los procesos de observación/imitación operan en el aprendizaje de la lengua vernácula y de idiomas extran-

jeros, en las prácticas del laboratorio de ciencias y hasta en la activación de emociones: uno se emociona al observar a otro emocionado.

Por tanto, este tipo de aprendizaje se realiza con notoria frecuencia en una amplia gama de situaciones educativas, que van desde las actividades de educación física, pasando por las artes plásticas o musicales, hasta el aprendizaje lingüístico, oral y escrito, en general. Es oportuno mencionar el documentado discurso de ingreso en la R.A.E., a su regreso a España, del profesor Gili Gaya (1961): "Imitación y creación en el habla infantil".

El aprendizaje por imitación inicialmente ignorado por el conductismo, trató luego de explicarlo según los principios de contigüidad y refuerzo; considerados pronto insuficientes, entre otros, por Bandura. Este psicólogo norteamericano iniciado en el paradigma conductista, con especial influencia de Hull, evolucionó científicamente hasta terminar plenamente enmarcado en el paradigma cognitivo. A él se deben esclarecedores hallazgos en sus investigaciones experimentales y reputadas elaboraciones teóricas, por lo que son frecuentes la referencia a las mismas.

Para el autor mencionado, la conducta está regulada, en notable medida, por las consecuencias de la misma, tal que los comportamientos que conllevan recompensa tienden a repetirse; mientras que propenden a eliminarse los que no son recompensados o son castigados. Evidentemente, estos enunciados corresponden a un principio esencial del aprendizaje instrumental u operante, ya descrito en páginas precedentes. Pero, su explicación de la incidencia en el aprendizaje difiere de la específicamente skinneriana; pues, entiende que las consecuencias de la conducta influyen en ésta no únicamente por el automático fortalecimiento de la respuesta, sino principalmente por su valor *informativo* y la funcionalidad del incentivo. La influencia en la conducta de los efectos o consecuencias de la respuesta es de índole antecedente, en la medida en que generan expectativas respecto de resultados o consecuencias en futuras situaciones semejantes. Por consiguiente, es la función predictiva de las consecuencias lo que esencialmente influye en el control de la conducta. Esto es, más que las contingencias reales del entorno, son las representaciones cognitivas el fundamento de su explicación científica, con lo que se sitúa en el marco del paradigma cognitivo. (Bandura, 1982).

En el aprendizaje de nuevas formas de comportamiento por observación/imitación, lógicamente se distinguen dos facetas o vertientes: la *observación* del modelo y la *ejecución* reproductora del mismo espontánea o voluntariamente. Ciertas variables o factores son comunes a ambas facetas; pero, otros difieren de una a otra. A la observación o aprendizaje inicial subyacen procesos adquisitivos que median en la subsiguiente reproducción de la correlativa conducta; aunque sin provocarla directa y necesariamente. Un joven puede concentrar su atención en la observación, como modelo, de cierto deportista que logra frecuentes triples en baloncesto, obteniendo ciertas representaciones mentales y realizando incluso ciertas inferencias al

respecto; pero, puede ocurrir que nunca intente imitarle con el propio comportamiento efectivo. En consecuencia, al no cerrar el ciclo de este tipo de aprendizaje, no adquiere el modo de conducta, más o menos ajustada al modelo. Las imágenes y representaciones mentales adquiridas en la atenta observación de la conducta del modelo pueden guiar el comportamiento del aprendiz. Mas, para completar el aprendizaje, ha de seguir la *ejecución* de la conducta imitable, en la que ya se requiere el *refuerzo* de la misma para su fijación o consolidación, como señala Bandura, retomando, respecto de la fase de ejecución, el principio conductista de refuerzo de la conducta.

Pero, en el *aprendizaje* por observación intervienen procesos mentales diversos, como la *atención* prestada a las demostraciones o comportamiento del modelo y la *percepción* selectiva de sus características relevantes, discriminación de sus rasgos distintivos y pautas de ejecución. Intervienen procesos mentales de la *memoria*, en lo concerniente a la codificación, retención y recuperación de imágenes, códigos verbales, pautas de conducta previamente percibidas, que son evocadas en la ejecución, así como la elaboración o *reelaboración* de la información sobre la conducta observada y la propia ejecución, sustanciada en un "*esquema*" de acción que opera en la regulación del comportamiento personal.

La imitación no ha de entenderse en un sentido estrictamente mimético, limitada a la mera repetición rutinaria, pasiva, del comportamiento observado. Además de la recodificación las imágenes del comportamiento observado y correlativos códigos verbales, se requiere una actitud adaptativa y mentalmente activa del aprendiz, como, por ejemplo, relatándose a sí mismo lo observado. En todo caso, ejerce una influencia decisiva el valor funcional de la nueva conducta, su significado y las expectativas del aprendiz. (Byrne y Russon, 1998).

En lo concerniente a la motivación, inherente al aprendizaje, operan fundamentalmente tres clases de incentivos: los externos o extrínsecos, los vicarios y los intrínsecos o autogenerados. En lo relativo a los incentivos vicarios hay que señalar su peculiaridad en este tipo de aprendizaje, tal que, cuando se observa que la conducta de otra persona es recompensada, se propende a imitarla. Esto es, las consecuencias de la conducta del sujeto-modelo son de índole sustitutiva o vicaria para el aprendiz.

Los incentivos internos, intrínsecos o autogenerados por el aprendiz, aunque más difíciles de lograr, poseen una notoria potencia en la regulación, dirección de la propia conducta y persistencia en el esfuerzo. Devienen fundamentalmente de los criterios o modos de valoración del propio comportamiento (*autovaloración*) y del concepto de la propia eficacia (*autoeficacia*). (Bandura, 1997).

El interés en la realización de una actividad surge de las satisfacciones que se derivan precisamente del logro de las metas o propósitos, que comportan *autorefuerzo* y constituyen el fundamento de la motivación intrínseca. Confieren significado a la tarea y contribuyen a facilitar la dirección de la propia conducta respecto de

metas, más allá de la inmediatez y el corto plazo. Una cuestión muy directamente vinculada a estos procesos es el posible *desnivel* entre metas propuestas y competencias actuales del aprendiz. Si los objetivos son fáciles, pueden generar desinterés; mientras que si las metas superan la posibilidad de logro resultarán desalentadoras y los infecundos esfuerzos realizados pueden resultar nocivos. De aquí la decisiva importancia de metas moderadamente difíciles, pero asequibles, cuyo logro entraña satisfacciones personales para el aprendiz e impulsan la persistencia en el esfuerzo.

El *aprendizaje social* constituye un tipo específico de aprendizaje vicario por el que se adquieren normas de conducta, hábitos, representaciones, habilidades y actitudes sociales, como dimensión del modelado por observación/imitación de nuevas formas o modelos de conducta social, no explicable únicamente por condicionamiento. En el proceso de socialización se van generando concepciones personales o teorías sociales implícitas, que pueden requerir un ulterior cambio conceptual. (Rodrigo y otros, 1993).

Niños y adolescentes imitan a otros de sus mismas edades o mayores en distintos aspectos directamente observados, así como los presentados por el cine y la televisión, que en el mundo contemporáneo se añaden a los tradicionales modelos cercanos, presentados en la familia, la escuela o la calle. También jóvenes y personas adultas observan e imitan una amplia gama de modelos de tipos, categorías y valores de distinto signo. (Torres y Conde, 1994).

La observación de modelos susceptibles de imitación o modelado puede operar en el aprendizaje de conductas deseables de índole *prosocial*, altruistas o solidarias; pero también en la adquisición de conductas de índole *antisocial*, indeseables, violentas o agresivas. El aprendizaje por observación puede servir para inhibir conductas indeseables, al observar que a las mismas siguen estímulos aversivos o son castigadas. Pero, las conductas violentas inhibidas también pueden ser desinhibidas o propiciadas cuando el niño o joven observa que otros las emplean con éxito. Como señala Bandura, decisivo en el aprendizaje por observación es la función de información sobre distintos tipos de conducta posibles y sobre los efectos o consecuencias de cada una.

Los medios audiovisuales presentan modelos de conducta y patrones de comportamiento con propensión a que sean imitadas aquellas conductas *socialmente recompensadas*, en virtud del refuerzo vicario, operando asimismo procesos de identificación con el modelo. También se ha comprobado que los niños no sólo imitan los concretos o específicos modelos violentos de comportamientos que observan, sino que además los generalizan o trasfieren a situaciones y formas de conducta no específicamente observadas. (Bandura, 1962; Bandura, Ross y Ross, 1963; Bandura, 1973, Bandura, 1982).

El predominio de la vida urbana, la expansión de los medios audiovisuales e incremento de su influencia camina paralelamente a la disminución de la tradicional

influencia de la familia en el aprendizaje social. Asimismo, la escuela, a la que aquella traspasa las funciones que es incapaz de cumplir, se verá obligada a servirse de las potencialidades de esos medios (películas, cortometrajes, documentales, etc.) en lugar de seguir operando con los suyos tradicionales, insuficientes para contrarrestar la capacidad de aquellos.

La teoría del aprendizaje social de Bandura se fundamenta en procesos de reciprocidad triádica entre *ambiente*, *conducta* y *factores personales*, tal que la conducta depende del ambiente y de las condiciones personales, entrecruzándose constantemente las influencias recíprocas entre las tres entidades. Contextos rígidos o condiciones ambientales muy restrictivas fuerzan determinados comportamientos; mientras que en contextos más flexibles, con presiones débiles, predominan los factores personales en la autorregulación y dirección de la conducta del aprendiz como sujeto activo, previsor, reflexivo y propositivo.

El análisis precedente del aprendizaje por observación/imitación podría haberse incluido en el epígrafe siguiente. Sin embargo, por razones didácticas respecto de la secuencia de la exposición, se ha considerado más conveniente incluirlo al final de este, ilustrando el tránsito del paradigma conductista al cognitivo de lo que constituye una buena muestra la evolución científica de Bandura, como la de otros muchos. Iniciado en el conductismo se sitúa progresivamente en el marco del cognitivismo actual, tal que su *teoría del aprendizaje social* se convierte en su *teoría social cognitiva*. (Bandura, 1987).

El conductismo estricto de Skinner, congruente con sus propios fundamentos epistemológicos y metodológicos, había excluido el análisis de los procesos de la mente y con ello la dimensión consciente del psiquismo humano. A diferencia del ateo que niega la existencia divina, el agnóstico sólo sostiene la imposibilidad de su conocimiento. Análogamente, el conductismo estricto (Watson, Skinner) se muestra agnóstico respecto del conocimiento de la mente y sus procesos, particularmente mediante la introspección. Pero, pronto algunos psicólogos conductistas comenzaron a introducir *variables intermedias* entre los estímulos (*variables independientes*) y las respuestas comportamentales (*variables dependientes*), lo que suponía admitir que, además del estímulo, también el *organismo* influye en la respuesta. Aparece, pues, una extensa y variada corriente neoconductista que concibe la conducta según el esquema estímulo-organismo-respuesta (E-O-R), o bien, la respuesta como función del estímulo y del organismo R=f(E,O).

Aunque ya Hull incluye conceptos concernientes a procesos intermedios o mediadores, no directamente observables; destaca E. Tolman (1932) con su teoría de la conducta *propositiva*, resaltando que el aprendiz actúa con arreglo a un propósito, intencionalidad u objetivo que pretende alcanzar. Calificado como neogestaltista por algunos, otros consideran a Tolman como un claro precedente de la psicología cognitiva. Tolman considera que lo sustancial en el aprendizaje es

la percepción de relaciones entre estímulos y no precisamente la mera conexión entre estímulos y respuestas. Un organismo adquiere por observación el mapa cognitivo de un recorrido, como un laberinto; aunque para la ejecución necesite un estímulo que impulse al sujeto a ejecutar el recorrido, actualizando y poniendo en práctica lo aprendido en la percepción de las relaciones. En definitiva, las variables *intermedias* se convertirán en objeto de análisis, haciéndose predominante el estudio de los procesos de la mente y búsqueda de explicaciones cognitivas de la conducta, aunque manteniendo el ejemplar rigor metodológico del conductismo.

Ya en la primera parte del s. XX, la psicología de la Gestalt (configuración, forma) había destacado la primacía y prioridad del *todo* sobre las partes o elementos en el proceso perceptivo, con el fenómeno de la reorganización mental del campo perceptivo, así como el fenómeno del descubrimiento súbito (*insight*) en la solución de un problema. En el conocido experimento de Kohler en Tenerife, éste verificó cómo el chimpancé en un momento dado, súbitamente procedía a empalmar dos cañas para alcanzar un plátano, poniendo de manifiesto las interrelaciones entre procesamiento estímulos percibidos o elementos informativos y el comportamiento pertinente.

Aunque el paradigma conductista ha sido desplazado por el paradigma cognitivo, "sigue siendo un modelo muy relevante para la comprensión del aprendizaje humano. No en vano ha sido el intento más sistemático y pertinaz de elaborar una teoría psicológica del aprendizaje" (Pozo, 2003, p. 55).

En síntesis, mientras que el asociacionismo conductista se ocupó de los actos de conducta; el cognitivismo se ocupa de los procesos mentales, de la cognición y proyección en la acción, de los procesos del pensamiento y de la acción humana, que se describen en los capítulos siguientes.

3. EL PARADIGMA COGNITIVO: LA CONSTRUCCIÓN DEL SIGNIFICADO.

3.1. El estudio de los procesos cognitivos (cognoscitivos)

En este momento el lector está procesando información mediante una serie de actividades mentales o procesos cognitivos, atribuyendo significado a lo que percibe, como el proceso de concentración de la *atención* a las sucesivas líneas del texto; el proceso de *percepción* de trazos de las letras y cada palabra como un todo, relacionada con las demás, identificándolas mediante patrones de reconocimiento, adquiridos y codificados en la memoria. Por el proceso de su recuperación de la *memoria* evoca o actualiza el respectivo conocimiento ya disponible en la misma, vocabulario, destrezas lectoras, etc. Las relaciones entre lo ahora percibido y las experiencias o conocimientos evocados implican la comprensión del texto o elaboración del significado. Asimismo, el lector podría analizar o pensar en las operaciones que realiza, que constituiría el proceso denominado metacognición. Mediante otro proceso mental, el lector puede tomar la *decisión* de continuar con la lectura del párrafo siguiente o abandonarla para realizar otra actividad.

¿Qué ha hecho uno en los últimos minutos u horas que no haya comportado procesos de atención, percepción, memoria, resolución de problemas, toma de decisiones y pensamiento en general? A lo largo de la vida seguirá procesando información al percibir y categorizar las cosas del entorno, al retener y recordar, razonar y resolver problemas, usar el lenguaje y actuar en el mundo. Este sencillo esbozo introductorio indica la variedad de procesos mentales básicos que intervienen en el conocimiento y la conducta humana, en la cognición y la acción, en el pensamiento y el aprendizaje en general.

La palabra *cognición*, aunque de uso poco frecuente en el habla ordinaria, es una vieja palabra española de origen latino [*cognitio* >conocimiento, acción de conocer] que denota el proceso por el que las personas adquieren conocimientos. El antes más frecuente adjetivo *cognoscitivo* ha sido desplazado por *cognitivo*, que se reintroduce a través del inglés (*cognitive*).

La psicología cognitiva se ocupa del análisis, descripción, comprensión y explicación de los procesos cognoscitivos por los que las personas adquieren, almacenan, recuperan y usan el conocimiento. Su *objeto* es el funcionamiento de la mente, las operaciones que realiza y resultados de las mismas; la cognición y relaciones con la conducta.

En el desarrollo del *paradigma cognitivo* concurren las insuficiencias explicativas del conductismo, junto a las aportaciones conceptuales de nuevas disciplinas científicas y tecnológicas, como la teoría de la información y la comunicación, la cibernética, la teoría de la computación, la teoría general de sistemas y la lingüística generativa.

La *teoría de la información* (Shannon y Weaver, 1949) proporcionó inicialmente valiosos conceptos para la elaboración de la teoría del procesamiento de la información, con su estudio matemático de la transmisión optima de los mensajes, los análisis de la capacidad del canal, forma de codificación y contenido del mensaje en bits de información; aunque inviable en la medición de la cantidad de información en el sistema humano. La analogía entre canal de comunicación y mente conlleva valiosos impulsos en la investigación cognitiva, como el concepto de atención cuan filtro selectivo (Broadbent, 1958) o el concepto de chunk o agrupamiento mental de elementos informativos. (Miller,1956).

La *cibernética* (Wiener, 1948) como teoría de la *regulación* y control de los sistemas, tanto físicos, como orgánicos y sociales ejerció una importante influencia. Cabe destacar la aplicación de la idea de *servomecanismo* y especialmente el concepto de *retroinformación* o bucle de *retroalimentación* que permite determinar la diferencia entre la meta ideal hacia la que se dirige la acción y el estado presente de las cosas. La aplicación de conceptos de la cibernética a los sistemas de computación y el concepto de decisión resultan de gran valor en el análisis de los procesos cognitivos.

Asimismo la *teoría general de sistemas* (von Bertalanffy 1950) puso de relieve que cualquier sistema constituye un todo unitario, en que cada una de sus partes está interrelacionada con las demás formando una unidad integrada (sistémica) cuya función está por encima de la suma de las funciones de sus componentes. La idea de que las propiedades de cada parte del sistema influyen en las propiedades del conjunto global, resulta de gran importancia en la consideración de la conducta humana como la resultante de un conjunto de interacciones entre los componentes en los distintos procesos.

La *lingüística generativa y transformacional*, (Chomsky, 1959) constituyó una aportación sustancial al poner de manifiesto que el lenguaje no puede ser explicado como un simple aprendizaje asociativo a base de ciclos de estímulo, respuesta y refuerzo. Pone de relieve la función de los procesos mentales en la comprensión y expresión o producción de lingüística, sobre la base de una competencia innata, con su fecunda distinción entre *competencia* y *realización*.

De especial relieve es el trabajo de Turing (1936) sobre su máquina *ideal*. Este matemático británico muestra que si se pueden expresar de modo preciso los pasos para la realización de una tarea, entonces ésta podrá ser programada y realizar cualquier cómputo. La llamada *maquina de Turing* constituye la base de la moderna ciencia de los ordenadores/computadores. La propiedad más importante de la máquina de Turing es que un dispositivo físico pueda realizar cómputos abstractos, que constituyen modos de procesar información. El conjunto del sistema nervioso humano puede considerarse como un sistema físico con la capacidad de realizar cómputos abstractos, suponiéndose, por tanto, que el cerebro realiza cómputos semejantes a los que realiza la máquina de Turing, aunque esté construido con

elementos distintos. Por consiguiente, para la teoría cognitiva del procesamiento de la información, con la subyacente teoría de la computación, ejerce una enorme influencia disponer de una herramienta tecnológica y respectivo lenguaje descriptivo.

Resulta relevante la incorporación de la idea de *algoritmo* como el conjunto de instrucciones sobre una secuencia de operaciones para la realización de una tarea o solución de un problema. La programación y cómputos del ordenador/computador conlleva el desarrollo de tales algoritmos o instrucciones, después trasladado al análisis de los procesos cognitivos.

La ciencia de la computación y desarrollo del computador/ordenador, como máquina capaz de manipular símbolos, más allá del mero cálculo numérico o uso como calculadora, resultó decisiva en la adopción de la analogía con el ordenador/computador en el análisis del procesamiento de la información en el paradigma cognitivo. Sustituye a analogías anteriores, como el atomismo en el empirismo o la analogía del arco reflejo del condicionamiento y su investigación de causalidad lineal, potenciándose nuevos modelos de índole sistémica y el sentido de la globalidad propia de la conducta humana.

En definitiva, el conjunto de esos nuevos saberes proporciona conceptos y términos muy fecundos en el análisis de los procesos mentales complejos y la explicación de la actividad cognitiva como procesamiento de la información, por encima de las limitadas cadenas de asociaciones entre estímulos y respuestas propias del conductismo.

Por otra parte, se recuperan importantes logros precedentes en el ámbito cognitivo, como los alcanzados en el primer tercio del s.XX. A diferencia de los análisis de los componentes de la conducta en términos de asociaciones entre estímulos y respuestas, típicos del conductismo; los psicólogos germanos de la *Gestaltheorie* destacaron la índole global y organizada de la experiencia, como un *todo*, formulando ciertas leyes sobre la percepción que describían determinados patrones de su organización. Pusieron de relieve el fenómeno de la reestructuración del campo perceptivo y la súbita aparición de la solución de un problema (*insight*) integrando distintos aspectos o partes que inicialmente parecían sin relaciones entre sí.

De capital importancia fueron los hallazgos del suizo Jean Piaget sobre la génesis de las estructuras cognitivas en el niño y el adolescente, así como sobre los procesos de asimilación, acomodación y equilibración en la reorganización cognitiva y el aprendizaje constructivo y, en general, la gran envergadura de sus investigaciones de epistemología genética.

Constituyen un hito sustancial los estudios del británico Frederick Bartlett (1932) sobre la memoria humana y la comprensión. A diferencia de las cuidadosamente controladas investigaciones del alemán H. Ebbinghaus sobre la memoria en el aprendizaje de series de sílabas, carentes de significado; Bartlett, por el contrario, emplea material significativo, palabras, frases y relatos, analizando cómo en el

recuerdo posterior influye el contexto cultural y experiencias previas de los participantes en los experimentos. Mostró cómo el individuo interpreta y, en cierta medida, modifica los contenidos originales, poniendo de relieve los aspectos constructivos o reconstructivos de los procesos de la memoria humana. Asimismo destacó la importante función de los *esquemas* mentales en la adquisición, elaboración, recuperación y utilización del conocimiento, a los que necesariamente se hará referencia en los capítulos sucesivos. En la misma línea se hallaban los resultados de los experimentos de Carmichel y colaboradores sobre la percepción de figuras, también en ese primer tercio del siglo.

La sobresaliente influencia del conductismo, de origen norteamericano, en la primera parte del siglo XX comienza a declinar, mientras prosperaran las investigaciones sobre los procesos cognitivos. Realmente el estudio de los procesos mentales nunca desapareció, particularmente en el contexto europeo, por lo que en una consideración diacrónica, no fue tan tremenda la explosión cognitiva (Sperry, 1993); ni tan enorme la revolución cognitiva (Bruner, 1997) exagerada por algunos. Aunque las diferencias en el momento actual son sustanciales, tampoco ha de olvidarse la postura de quienes afirman que no son tan radicales como parecen. (Hintzman, 1993).

En esa línea de desarrollo del paradigma cognitivo, constituyó un jalón importante la publicación del libro de Neisser (1967) *Cognitive psychology*, traducido al español como *Psicología cognoscitiva* (1976)), donde se describe la cognición, objeto de la psicología cognitiva, como "todos los procesos mediante los cuales una entrada sensorial (*input*) es transformada, reducida, elaborada, almacenada, recuperada y utilizada" (p. 14).

En el paradigma cognitivo del procesamiento de la información se emplea el método experimental en la recogida de los datos y contraste de las hipótesis con hechos empíricos, con un rigor metodológico semejante al exhibido por el conductismo, aunque bajo distintos supuestos heurísticos, pues los procesos mentales que subyacen a la conducta humana no son directamente observables sino *inferibles*. Esto es, en el estudio de los procesos cognitivos se utilizan procedimientos empíricos que permitan inferirlos.

Por ejemplo, la medida de los *tiempos de reacción* ha sido una de las técnicas más utilizadas en el laboratorio para el estudio de determinados procesos (percepciones complejas, operaciones de discriminación, recuperación de información de la memoria, etc.). El tiempo que transcurre entre la presentación de determinado estímulo y la respuesta del sujeto, permite ciertas inferencias acerca de lo que sucede en el procesamiento de la información, también en el sentido de que una tarea que requiere mayor tiempo implica respectivamente mayor complejidad y más actividad cognitiva.

Asimismo, en el análisis y descripción de los procesos cognitivos, con *modelos* análogos a los programas de ordenador, es frecuente la utilización de *diagramas* de

flujo. El *diagrama de flujo* consiste en una representación gráfica de estructuras y procesos del sistema en el procesamiento de la información, utilizando símbolos que representan componentes, operaciones y transformaciones de las representaciones mentales, en el análisis de lo que ocurre con una determinada entrada (*input*) en el sistema.

Por una parte, el ordenador/computador ha sido utilizado a nivel *teorético* como metáfora respecto del funcionamiento de la mente; por otra parte, a nivel metodológico, ha constituido una prometedora herramienta con el empleo de programas que puedan *simular* una conducta inteligente. Se construyen programas que simulan tareas u operaciones semejantes a los procesos de la mente, algunas tan complejas como el juego del ajedrez o la resolución de determinados problemas. La elaboración de tales programas ha puesto de relieve la complejidad de procesos aparentemente sencillos, como el proceso de percepción, sugiriendo ideas de considerable relevancia para el estudio de los procesos cognitivos. Los modelos de simulación de los procesos cognitivos con el ordenador y la denominada Inteligencia Artificial constituyen actualmente un amplio campo de estudios en el ámbito del procesamiento de la información.

Más recientemente se añaden las aportaciones de la *neuropsicología cognitiva*, con la investigación de los trastornos en la cognición por daño cerebral (amnesia, agnosia, afasia, dislexia, etc.) En el mismo ámbito son destacables las contribuciones de la *neurociencia cognitiva* con sus análisis (*on line*) de la actividad del cerebro normal en relación con las diferentes operaciones cognitivas, empleando técnicas (neuroimagen) de alta resolución espacial y buena resolución temporal que permiten obtener información de donde y cuando ocurre la actividad cerebral. El electroencefalograma permite detectar rápidos cambios en el potencial eléctrico, en pocos milisegundos, desde que se presenta un estímulo al sujeto. La tomografía de emisión de positrones y la imagen por resonancia magnética funcional permiten detectar la mayor actividad de las neuronas de una región cerebral implicada en procesos cognitivos por el mayor flujo sanguíneo en la misma. Por último, en la interdisciplinar *ciencia cognitiva* concurren en el estudio del funcionamiento de la mente científicos provenientes de distintas disciplinas: filósofos, lingüistas, antropólogos, psicólogos, neurólogos, especialistas en inteligencia artificial.

3.2. Procesamiento de la información: estructura y procesos

La metáfora del ordenador/computador resultó crucial en el desarrollo de la psicología cognitiva. A nivel funcional (software) entre el sistema del ordenador/computador y el sistema de la mente humana se encontraron significativas analogías, sobre la base de que ambos constituyen sistemas procesadores de información. Uno y otro recibe entradas de información (*input*) que codifican, transforman,

organizan, almacenan y recuperan. Por tanto, el sistema de conceptos y términos empleados en el ámbito de los ordenadores/computadores resulto de gran utilidad en el análisis, descripción y representación de modelos cognitivos. En consecuencia se habla de procesamiento, inputs, canal, cuello de botella, buffers, tipos de memoria, secuencias, algoritmos y ouputs.

La cognición entraña procesos de adquisición, transformación, organización, retención, recuperación y uso de la información. Activamente, el sujeto extrae información del entorno, que procesa y usa en la adquisición de nuevos conocimientos y en la acción. La psicología cognitiva constituye, pues, una teoría general acerca de la forma en que se procesa la información, se adquiere el conocimiento y se utiliza. Las teorías específicas sobre los procesos de atención, percepción, memoria, solución de problemas, toma de decisiones, lenguaje, que componen su contenido, responden a las mismas bases metódicas y epistémicas, supuestos, principios o proposiciones generales.

Un *proceso* consiste en una serie de operaciones mediante las que una cosa se *transforma* en otra. Por ejemplo, si en una calculadora se introducen determinados datos numéricos (*input*), mediante las operaciones de sumar (*algoritmo*) esa información se transforma en otra que es la suma total (*output*). Por tanto, si se conoce la entrada y la operación, se puede predecir la salida o resultado.

Análogamente, una entrada sensorial o estímulo visual, auditivo, táctil, etc. en virtud de las operaciones del proceso, se transforma en cierto tipo de información o conocimiento (*representación*). Por tanto, en el procesamiento de la información por las operaciones de los procesos unas representaciones mentales se transforman sucesivamente en otras mediante las respectivas reglas o algoritmos.

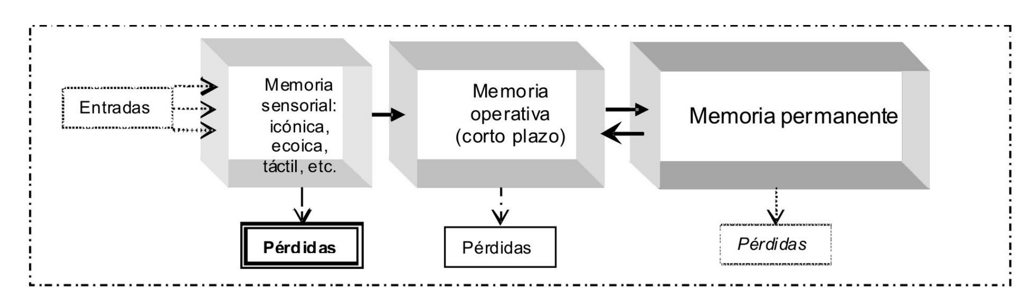
El proceso perceptivo, de modalidad visual puede describirse como la serie de operaciones por las que la entrada sensorial visual [incidencia en la retina de la luz reflejada por los objetos] (*input*) se transforma en la información expresada en la imagen, percepto o representación mental del objeto (*output*).

Analíticamente, un proceso mental puede *descomponerse* en otros más sencillos o simples, análogamente a la descomposición de una multiplicación en sumas parciales. El proceso de la *percepción visual* se descompone en la entrada de la luz reflejada por el objeto, la formación de la imagen bidimensional en la retina, la percepción de la tercera dimensión, la percepción del objeto en la escena perceptiva y lo que el objeto es y significa. Estos procesos más simples se articulan e integran en el complejo proceso de la percepción humana. (Luna y Tudela, 2006).

En la teoría cognitiva del procesamiento de la información resultó prominente el modelo originalmente elaborado para la explicación de la memoria humana, de índole estructural, denominado modal. (Atkinson y Shiffrin, 1968).

Los procesos de la memoria son entendidos como una secuencia de pasos en que la información proveniente del estímulo, registrado por el órgano sensorial,

fluye a almacenes sucesivos, cada uno de los cuales tiene una función en el procesamiento de la información, hasta quedar disponible en el último de ellos, ya de larga duración.



Por tanto, la entrada sensorial es percibida, transformada, elaborada, representada y retenida o almacenada, siendo recuperada y utilizada en la ulterior cognición y la acción.

La *atención*, operando como una especie de filtro, selecciona determinados estímulos de entre la multiplicidad de los que inciden simultáneamente en los órganos sensoriales, restringiéndolos a los que permite la capacidad o recursos mentales disponibles.

En virtud del proceso de *percepción*, a través de los sentidos, las personas se informan de modo inmediato y permanente de las cosas del entorno, adquiriendo conocimiento acerca de los hechos, objetos, propiedades y estructura de los mismos.

La *memoria* fue considerada durante mucho tiempo como un proceso independiente, consistente en el almacenamiento o retención de sílabas, trigramas, palabras, etc. En esa concepción se encuadran las, por otra parte, rigurosas investigaciones del alemán Herman Ebbinghaus (1885). Pero, en el paradigma cognitivo del procesamiento de la información, los procesos de la *memoria* son centrales en la cognición y el aprendizaje en general.

Los estímulos sensoriales (visuales o icónicos, auditivos o ecoicos, etc.) provenientes del entorno, que inciden en los sentidos son registrados (*registros sensoriales*) y retenidos en la ***memoria sensorial*** durante una fracción de segundo. La memoria sensorial retiene esa información con notable precisión y amplitud; pero, con una muy-breve-duración, perdiéndose inmediatamente toda aquella que no sigue siendo procesada. Lo retenido en la memoria sensorial fluye inmediatamente a la memoria a corto plazo.

En la memoria a corto plazo, la *pura* retención tiene una duración de unos 30”, perdiéndose seguidamente, a menos que se realice algún tipo de repetición o repaso. Mas, como memoria de trabajo o ***memoria operativa,*** es retenida la limitada cantidad de información que el sujeto está activamente procesando o utilizando.

La memoria operativa o memoria de trabajo constituye una estructura eminentemente activa en el procesamiento de la información, cuyos resultados son las representaciones mentales que fluyen a la memoria a largo plazo.

La memoria a largo plazo o ***memoria permanente*** es de una enorme capacidad, en amplitud y duración, con una retención durante horas, días, años o décadas, de donde la información es recuperada y utilizada en sucesivos procesos cognitivos y en la acción. Lo decisivo es que esa información disponible en la memoria permanente sea *recuperada* y refluya a la memoria operativa, a corto plazo, para intervenir en el procesamiento de aquellos nuevos elementos informativos que acceden a la misma, donde se producen interacciones y establecen relaciones entre unos y otros conducentes a la asimilación de la nueva información.

Esto es, los nuevos estímulos sensoriales o configuraciones de estímulos son identificados, interpretados y entendidos a la luz de de las experiencias o conocimientos previos disponibles en la memoria permanente y recuperados de la misma. La información disponible en la memoria humana se activa haciéndose presente en la memoria operativa cuando ésta ha de trabajar en el procesamiento de las nuevas entradas informativas, como ocurre cuando se identifica a un viejo conocido o se utiliza el concepto de adición en la comprensión de la multiplicación. A su vez, el resultado de este procesamiento pasa a enriquecer los contenidos de la memoria permanente (conceptual, episódica y procedimental). Por tanto, se producen procesos de la memoria consistentes en la codificación, adquisición o aprendizaje; el almacenamiento o retención y la recuperación o activación, que intervienen en la categorización, conceptuación, atribución de significado, etc.

Supóngase una situación en que la atención enfoca cierto estímulo físico o configuración estimular, como un guardia con la mano levantada o simplemente la palabra *Stop*. Al incidir ese estímulo en la retina se produce el proceso de percepción del objeto, letras y palabra como un todo, decodificándose e identificándose como elemento informativo. Se requiere, pues, recuperar de la memoria el conocimiento previo de las letras y palabra. Si el sujeto no hubiese aprendido las letras y la palabra o bien, por una amnesia, no le fuese posible recuperarla del almacén de la memoria; entonces seria incapaz de identificar ese símbolo, atribuirle significado y, por consiguiente, comprender la situación y *tomar la decisión* consecuente al curso de la *acción*. La utilización del conocimiento previo, permite al individuo extraer información del entorno en función de la cual regula su conducta. No obstante, tras el adecuado procesamiento y comprensión de la situación, esa persona puede libremente tomar la decisión de proseguir la marcha, asumiendo el consiguiente riesgo.

Por tanto, la memoria humana es crucial en la cognición y la acción, como depósito de experiencia acumulada por la persona y conocimientos adquiridos, que se recuperan o activan y utilizan en el proceso de identificación, reconocimiento,

interpretación, elaboración y comprensión de los estímulos o elementos informativos que llegan al sujeto. (Ruiz-Vargas, 2002).

Los contenidos de la memoria permanente están constituidos por dos grandes categorías básicas de conocimientos: conocimiento *declarativo* y conocimiento procedimental. El conocimiento *declarativo* se refiere a los conceptos, datos, hechos, así a los acontecimientos que a uno le han sucedido. Incluye conocimientos tales como que la densidad es la relación masa/volumen, característica de la sustancia de un cuerpo; que el lagarto pertenece a la categoría reptiles; que los cuatro ángulos de un rectángulo valen 360º; que la señal de stop indica detención; que el río Pisuerga pasa por Valladolid y también que el pasado domingo uno mismo comió un sabroso rodaballo. En cambio, el *conocimiento procedimental* se refiere a los procedimientos, habilidades o destrezas, concernientes al modo de ejecución de distintas actividades o tareas, como abrir un grifo, nadar, pilotar un avión o sumar números enteros.

Dicho brevemente, la ***memoria declarativa*** concierne a saber *qué* y la ***memoria procedimental*** a saber *cómo*. Por ejemplo, una cosa es saber *qué* es el golf, en cuya virtud una persona puede declarar, enunciar o describir las normas que lo rigen, los sistemas de puntuación, los tipos de golpes a la pelota, etc. (*conocimiento declarativo*). Otra cosa es saber *cómo* efectuar los movimientos adecuados para enviar la pelota al lugar adecuado y ejecutarlos correctamente (*conocimiento procedimental*).

Ambas categorías de conocimiento corresponden a procesos de aprendizaje habituales en el marco de las instituciones escolares, si bien el conocimiento declarativo ocupa una gran proporción del currículo escolar, correspondiendo otra parte al conocimiento procedimental, no menos importante. Estas dos grandes categorías de saberes se corresponden con las dos formas de la memoria permanente: memoria *declarativa* y memoria *procedimental*. (Anderson, 1993; Eichenbaum, 1997).

En la *memoria declarativa* se distinguen, a su vez, dos formas: memoria *semántica* o conceptual y memoria episódica o autobiográfica. La memoria ***semántica*** concierne a los procesos que atañen específicamente a la adquisición o codificación, retención o almacenamiento y recuperación (recuerdo o reconocimiento) de hechos y conceptos. Se refieren al denominado conocimiento o saber *qué*: *qué* es eso del golf, *qué* es eso de los ácidos grasos monoinsaturados; *qué* es eso de la potencia de un número, qué es eso de la densidad.

La memoria ***episódica***, cotidiana o autobiográfica concierne a los acontecimientos que le han sucedido a un mismo. Cuando alguien recuerda el regalo que recibió el último cumpleaños; evoca y revive el desagradable accidente el pasado sábado al bajar las escaleras o reconoce que éste es el libro que extravió la semana pasada en el gimnasio; todo ello corresponde a procesos del ámbito de la memoria *episódica*. Es específico de la memoria episódica el encuadramiento en el contexto espacial y temporal de las representaciones de acontecimientos o experiencias

concretas del propio pasado de la persona. *Qué* nos sucedió en la madrugada del pasado sábado en la plaza Mayor o *qué* calificación obtuve el pasado curso en Biología son aconteceres sucedidos en el transcurso de propia vida, localizados en el espacio y el tiempo y constitutivos de las propias experiencias, cuyos procesos de codificación, retención y evocación conciernen a la memoria episódica. (Gardiner y Richardson-Klaven, 2000).

Ambas formas de memoria, interactuando constantemente, se rigen por unos principios comunes, aunque cada una obedece también a sus propios principios específicos, en los procesos de codificación, retención y recuperación o recuerdo. (Tulving, 1983 y 1993).

Estudios neuropsicológicos sobre la amnesia sugieren que memoria semántica y memoria episódica constituyen dos formas diferenciadas de la memoria humana. (Kellogg, 2003).

La ***memoria procedimental*** concierne a la adquisición, conservación, recuperación y utilización de habilidades o destrezas en el curso de la acción. Montar en bicicleta, escribir a mano, conducir un automóvil, tocar el violín o realizar un cálculo mental son tareas del ámbito de la memoria procedimental. Incluye lo que tradicionalmente se ha venido denominando, habilidades, destrezas y técnicas, concernientes a *cómo* se hace algo, diferenciándose claramente de la memoria declarativa, semántica y episódica.

Los procedimientos consisten en una serie de operaciones ordenadas a la consecución de un objetivo. Intervienen en acciones de simplicidad/complejidad tan variada como escribir la letra mayúscula Q en el ordenador, pulsando simultáneamente la tecla ⇑, trazar un cuadrado a mano alzada, medir un objeto, elaborar una gráfica de datos estadísticos o realizar una intervención quirúrgica. A la memoria procedimental conciernen las destrezas sensomotorices, como las implicadas en bajar las escaleras o escribir manualmente; incluyendo el aprendizaje básico de asociaciones mediante condicionamiento. Igualmente, concierne a destrezas *perceptivas*, como las que se ponen en práctica en la lectura, así como otras de nivel *cognitivo* que intervienen en la solución de problemas. Es decir, “se trata, por tanto, de memorias de *acción* conductual o cognitiva, frente a los restantes sistemas que son memorias de *representación* cognitiva. (Ruiz-Vargas, 2002, p. 302).

Enunciar la secuencia de los pasos del procedimiento o curso de acción, aunque inicialmente sea necesario, no equivale al dominio de la destreza o procedimiento. No se trata de decir o manifestar verbalmente cómo se hace algo, sino de saber *hacerlo*; de poseer la capacidad de realizar la actividad conducente al logro de la meta u objetivo. Se trata, pues, de un aprendizaje de dominio, al que subyacen “esquemas de acción”.

Por otra parte, la teoría de los ***niveles de procesamiento*** puso de relieve que en el procesamiento de la información puede atenderse a distintos aspectos, dimen-

siones o propiedades del estímulo, con operaciones que dan lugar a un procesamiento de distintos *niveles* de profundidad. (Craik y Lockhart, 1972).

Un estímulo o configuración estimular puede procesarse atendiendo a sus diversas características sensoriales o propiedades físicas: tamaño, inclinación, sonido, color, etc. Una palabra puede ser analizada en términos de sus características sensoriales de tipo visual (tipografía, mayúsculas o minúsculas, numero de sílabas, etc.) o de tipo auditivo (acento tónico, su rima con otra palabra, etc.) Este tipo de procesamiento corresponde a un *nivel superficial*, de base sensorial. Pero, una palabra, o conjunto relacionado de ellas, pueden procesarse a un *nivel profundo*, en términos semánticos o de significado. Cuanto mayor es el grado en que se atiende al significado del estímulo o elemento informativo, tanto más *profundo*, amplio y rico es el nivel de procesamiento, mayor elaboración entraña, comportando mejor comprensión y una retención más duradera.

Pero, también cuanto mayor es el nivel de profundidad del procesamiento cognitivo mayor es el grado de conocimiento previo requerido y más complejas las operaciones mentales implicadas. Por ejemplo, el procesamiento de palabras a nivel sensorial, superficial, con su análisis visual o acústico, sólo requiere un conocimiento previo de letras y sonidos, mediante operaciones de índole asociativa. Por consiguiente, podría leerse un fragmento de un idioma desconocido en el sentido meramente "literal", con lectura oral mecánica, sin la más mínima compresión o atribución de significado, como la palabra *Verbrennung* e incluso κανμα, si el lector no sabe alemán o griego clásico. Pero, una lectura comprensiva, que implica un procesamiento semántico, a nivel más profundo, requiere activar el conocimiento previo del significado de las palabras, sus funciones y ciertas relaciones gramaticales.

Análogamente, puede realizarse un procesamiento de las características más superficiales o rasgos sensorialmente percibidos del lagarto. Pero, puede realizarse un análisis de sus características funcionales, propiedades más profundas y relaciones diversas, categorizándolo como vertebrado y reptil.

Los niveles de procesamiento no han de concebirse, sin embargo, como una dicotomía superficial/profundo; sino como un *continuum* con sucesivos grados de elaboración. Un estímulo o configuración estimular cualquiera, como un enunciado verbal, imagen, cara humana, objeto, cuadro o escena del mundo real pueden procesarse de modo sucesivamente más profundo y cognitivamente más exigente, de lo que depende la respectiva representación mental, puesto que "lo resultante en la memoria depende de cómo el elemento es procesado." (Medin, Markman y Ross, 2001, 167).

De lo precedentemente expuesto el lector habrá retenido al menos algunos principios como la concepción del aprendiz como activo procesador de información; la decisiva influencia de los conocimientos previos, experiencias personales y expectativas del aprendiz en la elaboración del conocimiento y consecuentemente la índole central de la memoria en el aprendizaje, particularmente la memoria semántica,

así como la primacía del significado en la adquisición, retención, transferencia o generalización y utilización del conocimiento. Éstos constituirán algunos de los conceptos o principios sustanciales que se irán desarrollando a los largo de la páginas siguientes y capítulos sucesivos.

3.3. Asimilación y acomodación en la construcción del conocimiento

Los estudios de Piaget sobre psicología evolutiva del niño y el adolescente y epistemología genética pusieron de manifiesto la función decisiva de los procesos de asimilación, acomodación y equilibración en la génesis de las estructuras cognitivas y adquisición del conocimiento.

Los vivientes, incluido el viviente humano, se hallan en permanente proceso de interacción con el entorno, produciéndose una activa, permanente y dinámica adaptación al medio, enderezada a mantener y reestablecer sucesivos estados de equilibrio. Por el proceso de asimilación el sujeto toma del medio ambiente elementos que se integran en las formas o estructuras existentes. Por el proceso de acomodación lleva a cabo ajustes, reajustes y modificaciones adaptándose a nuevas condiciones o situaciones.

Por ejemplo, la nutrición comporta asimilación o incorporación selectiva de nutrientes procedentes del exterior; así como una acomodación de los procesos del organismo a la índole de los materiales ingeridos, según sus propias necesidades. Como indica el propio Piaget, "un conejo que come col no se convierte en col; la col se convierte en conejo, eso es la asimilación. Psicológicamente es la misma cosa" (Bringuier, 1977, p. 83).

En el plano del aprendizaje se producen también procesos de asimilación y acomodación cognitiva. En virtud de la asimilación, los contenidos de las experiencias son incorporados, selectivamente, en la medida en que resulten compatibles con la estructura cognitiva del individuo en el momento dado, acoplandose a la estructuras cognitivas existentes. Las nuevos elementos informativos se integran en la estructura cognitiva actual. Esto es la *asimilación*. Ciertas experiencias o elementos informativos no podrán ser asimiladas, al no disponer el sujeto de los esquemas mentales que puedan acogerlos.

Asimismo, en la asimilación de los elementos de una nueva experiencia cognitiva, las estructuras de conocimiento ya construidas pueden cambiar ligeramente o modificarse en cierto grado, en función de la nueva adquisición, ajustando esquemas o modelos mentales específicos. Es lo que Piaget denomina *acomodación*. La asimilación comporta "integración en estructuras previas, las cuales pueden permanecer inmutadas o ser más o menos modificadas por tal integración, aunque sin discontinuidad con el estado precedente; es decir, sin ser extinguidas y acomodándose simplemente a la nueva situación" (Piaget, 1967, p. 13).

El esquema de asimilación es general y hay que acomodarlo a situaciones particulares. Supóngase que un niño, del final de estadio sensorio-motriz, ha recibido el regalo de una pequeña pelota de trapo, de color azul, con la que juega cotidianamente en el salón. Habrá construido la correspondiente representación mental de lo que es una pelota. Pero, al mes siguiente recibe el regalo de una pelota de goma, roja y de mayor tamaño. El niño asimila la nueva pelota a la antigua. Pero, pronto percibirá que rueda más rápidamente, que da grandes botes, que es necesario sujetarla con ambas manos, etc. adaptándose a las nuevas características a medida que juega con ella, ajustando su esquema o modelo de pelota. Esto es, se produce una acomodación del esquema de pelota, modificándose el anterior.

Por consiguiente, se produce un doble proceso convergente de integración de las adquisiciones en las estructuras existentes y modificación o reestructuración de los esquemas cognitivos, en virtud de las nuevas incorporaciones cognitivas. En consecuencia, como también afirma Piaget, la asimilación nunca puede ser "asimilación pura". Asimilación y acomodación se requieren mutuamente, estando profundamente imbricadas. Por lo tanto, no hay acomodación sin asimilación, ni asimilación sin acomodación. (Piaget, 1960).

Procesos cognitivos semejantes acontecen cuando un adolescente, en el estadio de las operaciones formales, estudia el segundo principio de la física newtoniana sobre la proporcionalidad entre fuerzas y aceleraciones, a partir de sus conocimientos previos; también, cuando estudia la historia de las cruzadas a partir de su conocimiento del cristianismo; o bien al estudiar la filosofía de Kant, a partir del empirismo y el racionalismo anteriores y la disputa entre ambos.

Para Piaget, la inteligencia es asimilación en la medida en que incorpora en su marco los logros de la experiencia personal. Al incorporar nuevos elementos a sus esquemas anteriores, la inteligencia modifica constantemente los esquemas ya existentes, ajustándolos a los nuevos elementos. Por lo tanto, el desarrollo de la inteligencia es un proceso acumulativo continuado, en el que la nueva experiencia o información se integra en la estructura cognitiva ya existente transformándola, siendo transformada o ambos procesos a la vez.

El niño pequeño ha asimilado el esquema de aprehensión o posibilidad de coger objetos que ve; pero tiene que realizar acomodaciones según se trate de un objeto pequeño que puede aprehender con los dedos de una mano o se trate de un objeto grande para el que tiene que emplear las dos manos. La acomodación es ajuste del esquema cognitivo a la situación particular. Cuando el esquema de la asimilación se aplica a una situación particular, hay que modificarlo en función de las circunstancias particulares a las que el esquema debe ser aplicado.

En el proceso de asimilación se piensa u opera en términos de saberes o experiencias anteriores. En la acomodación se genera una modificación del pensamiento y la acción para responder a las exigencias de una situación nueva o cambiarla.

En virtud de la acomodación, el organismo modifica sus estructuras para ajustar las nuevas adquisiciones. Piaget manifiesta que la *acomodación es* "toda modificación de esquemas de asimilación bajo la influencia de situaciones exteriores a las que aquellos se aplican" (Piaget, 1967, p. 18).

Por tanto, la asimilación implica la incorporación e integración de la experiencia informativa en un esquema mental ya existente. La acomodación implica la modificación y recombinación de los esquemas cognitivos y la formación de otros nuevos, que supone desarrollo intelectual.

Escuchando a las personas de su entorno el niño pequeño va asimilando gradualmente, sonidos, vocablos, etc., según sus posibilidades; pero, debe acomodarlos para que su habla resulte comprensible a los demás.

Para el estudiante, la teoría opera como un *esquema de asimilación* cuando sigue una exposición que le proporciona nueva información o el contendido de una nueva teoría, acomodando sus esquemas mentales a la nueva información. El ajuste de ese esquema de asimilación a situaciones diferentes es la acomodación.

Si en el proceso de asimilación la nueva información no se halla en armonía con el conocimiento previamente adquirido, se produce un conflicto cognitivo que impulsa una acomodación a un nivel más elevado de pensamiento, incorporando la nueva información y restaurando el equilibrio cognitivo. Cuando el aprendiz aplica los saberes adquiridos a la solución de un problema sin conseguirlo y comete errores, entonces se produce un desequilibrio Si el aprendiz reorganiza su enfoque del problema, resolviéndolo satisfactoriamente, se restablece el equilibrio, que supone avance, incremento o ascenso del nivel cognitivo.

Cuando el aprendiz oye a los adultos afirmaciones opuestas o contradictorias, en casa, en la escuela o en los medios de información, se produce una situación mental de desequilibrio. Por tanto, buscará una respuesta que le permita lograr un nuevo y acaso superior nivel de equilibrio. Para Piaget, la equilibración es un proceso consistente en la regulación de asimilación y acomodación, para mantener un estado de equilibrio mental, que es de carácter dinámico y entraña avance cognitivo.

3.4. Significado y comprensión. La teoría del aprendizaje verbal significativo

El aprendiz humano como activo procesador de la información, es también buscador de información. No se limita a estar al albur de estímulos que desencadenen respuestas; sino que busca, selecciona y extrae información en el entorno, la interpreta según sus expectativas, experiencias o conocimiento previo y le atribuye significado.

Niños, jóvenes y adultos en el aprendizaje implícito que realizan en sus cotidianas interacciones con objetos y personas del entorno tratan de comprender el mundo físico y social, atribuyendo significado a las cosas, hechos y acontecimientos que perciben y construyen activamente el propio conocimiento.

En la información que el sujeto extrae del entorno, lo importante no son las características físicas de las entradas (inputs) sino sus significados. Como sujeto activo en la búsqueda del significado es capaz de de transcender lo puramente físico y alcanzar niveles superiores de significado. El significado es, pues, un factor clave en el aprendizaje implícito y también ha de serlo en el aprendizaje explícito, intencional y sistemático.

Una figura tan señera en el ámbito de la psicología cognitiva como Bruner ha señalado que la denominada revolución cognitiva ha tendido a tecnificarse e incluso fraccionarse, poniendo el énfasis en el procesamiento de la información en lugar de hacerlo en el proceso de construcción del significado. Por consiguiente, subraya vigorosamente que, más que la información en si misma, el concepto fundamental en psicología cognitiva es el significado, que el autor manifiesta claramente ya en el propio título de su obra: Actos de significado: más allá de la revolución cognitiva. (Bruner, 1990).

Por consiguiente, como señala el profesor Juan Mayor: "podríamos decir que toda actividad cognitiva es articulación solidaria de estructuras y procesos, del conocimiento del mundo y del modo de manejar ese conocimiento, de la experiencia y del contexto; pero, tal articulación es posible sólo en la medida en que el sujeto extrae de todo ello un sentido, en cuanto que construye un *significado*, en tanto que comprende". (Mayor, 1980 p. 243).

En efecto, el estímulo o configuración estimular percibido adquiere significado al ser interpretado por el aprendiz. La memoria humana alcanza su más genuino nivel cognitivo y funcional en sus complejas redes semánticas, de significados. El pensamiento, en cuanto formación de conceptos, solución de problemas o actividad creadora, se sustancia en el descubrimiento, elaboración o construcción de una dimensión significativa. (Ibid.).

La comprensión es el proceso que incorpora e integra el significado; aunque no es cuestión de todo o nada, ya que en muy pocas ocasiones puede decirse que no se ha comprendido nada. Menos aún puede decirse que algo se ha comprendido enteramente. También puede aplicarse a la comprensión aquel dicho de *más que ayer y menos que mañana*. Muchos significados, como los de *molestar*, *evolución*, *liberalismo* o *justicia* puede continuar modificándose a lo largo de la vida, en un prolongado proceso de construcción o reconstrucción de significados que difícilmente llega a alcanzar un final.

El significado de un hecho u objeto depende de lo que ya se sabe acerca del mismo. En función de las propias experiencias, el significado de *miedo*, *abeja*, *trabajo*, *fútbol* que incluye conocimiento teñido de sentimiento e idea subyacente de acción, con una relevancia especial del contexto, puede variar de una persona y otra, por lo que, en principio, el significado es de índole idiosincrática, A lo largo de la vida cada uno va construyendo sus propios significados, en virtud de sus personales

experiencias. No obstante, existen suficientes elementos comunes como para que los significados puedan ser compartidos y emplearse las mismas etiquetas lingüísticas o símbolos para denotarlos, a lo que contribuye especialmente el aprendizaje explícito y formal.

La actividad mental del ser humano enderezada a la comprensión de mundo y de la vida implica búsqueda en pos del significado de las cosas como dimensión esencial de la actividad cognitiva. La calidad del aprendizaje y la educación en general viene dada por el empleo de procesos cognitivos en la construcción del significado de las distintas manifestaciones y aspectos del mundo y de la vida. Es bien conocida por los progenitores la etapa del "por qué", de los niños de tres años como somera manifestación de búsqueda del significado de objetos, hechos o acciones

La evocación o activación de los resultados de experiencias, conceptos, esquemas cognitivos y marcos significativos, organizados y estables, disponibles en la memoria semántica, constituyen los cimientos sobre los que el aprendiz puede construir el significado de la nueva información. La utilización del conocimiento específico disponible, relevante respecto de la nueva información, y las relaciones establecidas entre aquel y ésta hace posible el aprendizaje significativo y la comprensión.

La comprensión surge dentro del marco cognitivo que se ha activado. Los conceptos o significados previos del aprendiz operan en la conformación de los nuevos significados que elabora o construye. La posición de las figuras en un tablero de ajedrez, en una jugada decisiva, carece de significado para quien desconoce este juego y el concepto de densidad carece de significado para quien desconociese los significados de masa y volumen.

En los procesos del aprendizaje se construyen proposiciones enlazadas, redes conceptuales, marcos cognitivos, esquemas mentales que se evocarán o activarán en la elaboración de nuevos significados. Éstos se integran en campos de conocimiento o áreas de saberes donde cada uno de sus elementos o partes alcanza pleno significado en función de los demás. Los resultados de este tipo de aprendizaje se mantienen durante más prolongados periodos de retención en la memoria semántica, operando subsecuentemente en la cognición y la acción humana.

Se resalta la índole del proceso de comprensión o aprendizaje significativo contraponiéndolo al aprendizaje literal-memorístico, de índole repetitiva. En este segundo tipo, el aprendiz centra su actividad y esfuerzo en la precisa retención verbal de la nueva información, desligada de otros significados. Es decir, en la retención precisa del enunciado, la fidelidad de definición, la exactitud de una formula o la enumeración exhaustiva; pero, aminorando su atención a las relaciones de significados y comprensión en un marco conceptual o red de conocimientos, que permite su integración en la propia estructura de conocimientos. Pero, ¿qué valor tiene retener en la memoria la famosa formula de Einstein $e = m \cdot c^2$ e incluso el enunciado de que "la energía es igual a la masa por el cuadrado de la velocidad de la luz",

si sus componentes y relaciones entre los mismos carecen de significado para quien lo retiene y reproduce literalmente?

Como manifiesta uno de los más conspicuos continuadores de la teoría de la asimilación de Ausubel: "A veces, el aprendizaje memorístico (literal) puede resultar útil, como al memorizar un poema, la partitura de una composición musical o la tabla de multiplicar. Pero, el verdadero valor del aprendizaje memorístico se manifiesta cuando llegamos a entender el significado de lo que hemos memorizado: es el significado lo que confiere valor al aprendizaje. Quien se limita a tocar las notas que ha memorizado es, como mucho, un técnico, en tanto que el verdadero artista comprende e interpreta el significado de la música buscado por el compositor" (Novak, 1998, p. 35).

Por tanto, la comprensión implica extraer el significado, elaborando o construyendo el propio conocimiento a partir de las personales experiencias, de la solución de problemas, del descubrimiento personal o de los mensajes verbales recibidos, incluidas las propias inferencias.

En su ***teoría del aprendizaje verbal significativo*** Ausubel analiza estructuras y procesos concernientes al aprendizaje significativo de amplios corpus de información organizada o áreas de conocimiento que durante dilatados periodos temporales tiene lugar en el marco de instituciones escolares. Se trata de aprendizaje complejo en el que predomina la vía verbal de exposición/recepción, de índole oral y también escrita.

A lo largo de los siglos la exposición verbal ha sido predominante, cuando no exclusiva y sigue constituyendo el eje de la docencia en el presente, sin previsiones de que pierda ese carácter, aunque se reduzca con el empleo de las tecnologías de la información. Resulta pues, pertinente y efectivo analizar las condiciones óptimas y formas de ejecución, de modo que resulte eficiente en el aprendizaje significativo y la comprensión. La exposición verbal se utiliza en las instituciones escolares o programas formativos en forma oral (docencia en presencia) así como en forma escrita (docencia distante) puesto que la utilización del libro constituye, de hecho, un instrumento habitual en el aprendizaje escolar.

Mediante enseñanza explicativa, el aprendiz recibe información de forma verbal o simbólica, que, en condiciones especificadas, puede generar procesos cognitivos por los que, a partir del conocimiento previo, el aprendiz alcanza la comprensión del contenido, elabora el significado y lo integra en su estructura de conocimientos.

Ciertamente los estímulos visuales y auditivos, que proporcionan las nuevas tecnologías de la información, se entretejen con la palabra en el decurso de la presentación del contenido de aprendizaje y su recepción por el aprendiz. Aun en el supuesto de una predominancia de imagen y sonido, los principios de la teoría de la asimilación son igualmente aplicables en la línea de programación y secuencias del aprendizaje significativo y la comprensión. En la denominada por Ausubel *teoría*

cognitiva de la asimilación se analizan estructuras y procesos cognitivos que subyacen a la significativa adquisición de conocimientos que nutren organizadamente la memoria semántica. Para Ausubel "en el centro de la teoría de la asimilación se encuentra la idea de que los nuevos significados se adquieren mediante la *interacción* de la ideas (conocimientos) nuevas y potencialmente significativas con conceptos y proposiciones aprendidos con anterioridad" (Ausubel, 2002, p, 171).

Se analizan, pues, los principales factores o variables del aprendizaje significativo, sus relaciones e interacciones mutuas, conducentes a la elaboración o construcción de nuevos significados por el aprendiz, en contraposición al aprendizaje verbal de carácter asociativo, meramente reproductivo de expresiones verbales, *literales*, adquiridas por repetición.

Por tanto, el aprendizaje significativo basado en la presentación verbal de contenidos instructivos supone la adquisición de nuevos significados, cuando la información presentada interactúa con la estructura de conocimientos del aprendiz, ya disponibles en su memoria semántica. Esto es, el aprendizaje significativo se produce en virtud del proceso por el que la nueva información entrante se relaciona con algún aspecto relevante de la actual estructura de conocimientos del aprendiz. Si, cuando se presenta verbalmente la descripción o definición de algo, el aprendiz relaciona de forma sustantiva los significados o conceptos implicados en la misma con los pertinentes conocimientos relevantes ya existentes en su estructura cognitiva, entonces se produce un aprendizaje significativo; lo que no ocurre si se limita a retener literalmente el enunciado correspondiente.

Según la teoría de la asimilación, el aprendizaje significativo por recepción requiere, entre otras, las *condiciones básicas* siguientes:

i. Una *estructura cognitiva* del aprendiz concreto que contenga ideas de anclaje apropiadas respecto de la nueva información. Esto es, experiencias o conocimientos previos pertinentes con los que han de relacionarse el nuevo contenido de aprendizaje. Si el aprendiz aún no sabe lo que es circunferencia y diámetro, no será posible que comprenda lo que el número π significa, sin antes adquirir aquellos conceptos; aunque pudiera limitarse a repetir y retener literalmente la frase: π es igual a la circunferencia dividida por el diámetro.
ii. La presentación de nuevos contenidos de aprendizaje *potencialmente significativos*, tal que sean significativos en si mismos (*significado lógico*) y además sean plausible y razonablemente susceptibles de relacionarse de modo sustancial con la apropiada estructura cognitiva disponible por el aprendiz (*significado psicológico*). Determinados contenidos sobre electromagnetismo pueden ser significativos para el especialista o para el profesor de física; pero no serlo para el adolescente de la educación secundaria obligatoria.

iii. *Actitud positiva del aprendiz* respecto del aprendizaje significativo y la comprensión; constituyendo un importante objetivo educativo la formación de dicha actitud. Se trata de la intencionalidad consciente, deliberada y constantemente mantenida del aprendiz, en cuanto a su disposición a buscar y establecer relaciones no triviales entre la nueva información verbalmente recibida y sus conocimientos ya disponibles; en vez de la propensión a la mera retención verbal. Por consiguiente, "el aprendizaje significativo tiene lugar cuando el aprendiz elige relacionar la nueva información con las ideas que ya conoce" (Novak, 1998, p. 39).

Las variables de la *estructura cognitiva* del aprendiz conciernen a lo que ya sabe y lo bien que lo sabe, constituyendo los factores que influyen de manera inmediata y directa en el proceso de aprendizaje significativo y son la base primaria del mismo. Es el reconocimiento de la función de la estructura de conocimientos o estructura cognitiva del aprendiz en la adquisición de conceptos, la solución de problemas, la toma de decisiones, la creatividad y el pensamiento en general. Las variables más inmediatamente influyentes son las siguientes:

a. Disponibilidad de ideas de anclaje con un óptimo nivel de *generalidad*, inclusividad o abstracción, específicamente pertinentes respecto del nuevo aprendizaje. La organización de la estructura cognitiva permite que los conceptos de orden superior, más globales o genéricos acojan a los de orden inferior más específicos o particulares, en función de los cuales adquieren significado, según el esquema: estructura cognitiva⇆nuevos conceptos→elaboración significativa (⇆ simboliza relaciones).
b. *Claridad* y *estabilidad* de tales ideas de anclaje, resultante principalmente del grado de consolidación del aprendizaje. El enlace de los nuevos conceptos (significados) con ideas de anclaje claras y consolidadas los protege de posibles interferencias (transferencia negativa) y favorece la duración de su retención en la memoria semántica.
c. Potencialidad de esas ideas básicas para *discriminar* semejanzas y diferencias entre los conceptos del contenido de aprendizaje, particularmente la especificidad de ideas afines, concernientes a las ideas de anclaje poseídas y a las nuevas.

Mejorar o asegurar la claridad y estabilidad de los conocimientos pertinentes de aprendiz, dotándolas de potencialidad discriminativa, constituye una tarea previa a la presentación docente del nuevo contenido. Dada la dependencia del conocimiento previo, específico y relevante, con el que se enlaza la nueva información, las posibilidades de aprendizaje de nuevos conocimientos en un campo, área específica

o disciplina serán tanto mayores cuantos mayores sean la cantidad y calidad del conocimiento organizado disponible, "Por tanto, nunca se debe introducir nuevo material en la secuencia mientras no se hayan dominado por completo los pasos anteriores." (Ausubel, 2002, p. 269).

Si (1) las experiencias o conocimientos previos del aprendiz en un área, sector específico o tema son escasos, aislados o deficientemente organizados, y (2) el nuevo contenido de aprendizaje no resulta potencialmente significativo; entonces el aprendizaje resulta una tarea tediosa, difícil o estéril, aun cuando inicialmente la actitud e intencionalidad del aprendiz fuere favorable al aprendizaje significativo y la comprensión. En consecuencia, aquel tiende a eludir tan insatisfactoria tarea recurriendo al aprendizaje literal, repetitivo, aunque este tipo de aprendizaje carezca de incentivos intrínsecos y no resulte funcional para el aprendizaje ulterior, además de ser más rápidamente olvidado, según la investigación ha demostrado reiteradamente. Como dice Novak, "este aprendizaje fraudulento quizá permita aprobar los exámenes escolares; pero su contribución al aprendizaje o la acción posterior será escasa o nula" (Novac, 1998, p. 45).

3.5. Principios y procesos en el aprendizaje significativo

La teoría de la asimilación se funda en los principios de *inclusión*, *diferenciación progresiva* y *conciliación integradora*. Sendas derivaciones están constituidas por la función mediadora de los *organizadores previos* y la denominada *inclusión obliteradora* como explicación del olvido.

Según el principio de ***inclusión***, la nueva información interactúa con los conceptos ya disponibles en la estructura de significados del aprendiz de tal modo que los nuevos conceptos específicos resultan *incluidos* en categorías o conceptos más amplios o genéricos, implicando una modificación enriquecedora de la estructura cognoscitiva del aprendiz. Estos conceptos más genéricos denominados *inclusores* constituyen elementos de anclaje de los nuevos conocimientos, desempeñando una función fundamental en el aprendizaje significativo. El concepto de polígono es inclusor de concepto de cuadrilátero, éste lo es del concepto de paralelogramo, que es inclusor del concepto de romboide.

La nueva información es entendida en función del marco conceptual disponible, activado en el aprendizaje. Por tanto, no se trata de una simple yuxtaposición acumulativa, sino de un proceso de articulación e integración de significados, en que el concepto inclusor puede experimentar cierta modificación, al igual que puede experimentarla la nueva información. En virtud de la propagación de la activación a otros conceptos de la estructura jerárquica o red conceptual, ésta puede modificarse en algún grado, generalmente en sentido de expansión, reajuste o reestructuración cognitiva, constituyendo un enriquecimiento de la estructura de conocimientos del aprendiz.

Las distintas relaciones jerárquicas que se establecen entre el nuevo conocimiento y los ya existentes en la estructura cognoscitiva del aprendiz entrañan la emergencia del significativo y la comprensión. En la propia conceptuación y terminología de Ausubel, se producen tres tipos de procesos de aprendizaje: *subordinado*, *supraordinado* y *combinatorio.*

El aprendizaje conceptual **subordinado** o aprendizaje por subsunción es aquel en que la nueva información potencialmente significativa es asimilada en función de las pertinentes ideas de índole más general e inclusiva ya disponibles en la estructura de conocimientos del aprendiz. Por ejemplo, el concepto de *oración gramatical* es inclusor y sirve de anclaje al concepto de *oración subordinada* y éste, a su vez, del concepto de oración *adverbial.* Asimismo, en el concepto genérico, *inclusor*, de *adjetivo calificativo* son asimilados los conceptos específicos de *adjetivo explicativo* (la *blanca* nieve) y de *adjetivo especificativo* (el caballo *blanco*) de categoría subordinada. [asimilar=subsumir]

Dicho en otros términos, la proposición o concepto específico, de orden subordinado en la jerarquía conceptual, es asimilado por la proposición o concepto genérico, inclusor, preexistente en la estructura cognitiva del aprendiz, que le sirve de anclaje. A su vez, los conceptos subsumidos se convierten subsumidores de otros conceptos subordinados a ellos. La emergencia de los nuevos significados refleja una relación subordinada respecto de los conceptos jerárquicamente superiores, disponibles en la estructura de conocimientos del aprendiz, se trate de sintaxis, geometría, economía o biología. A este proceso se hará referencia, al analizar el principio de diferenciación progresiva. Este frecuente tipo de aprendizaje es guiado por conceptos o descendente (de arriba abajo).

En la asimilación por subsunción se distinguen dos modalidades. La subsunción *derivativa* se produce cuando un nuevo contenido se entiende como ilustración, apoyo o ejemplo específico de un concepto ya aprendido. El nuevo elemento está implícito o se deriva directamente de concepto o proposición ya existente en la estructura cognitiva. El significado de este elemento emerge fácilmente, aunque también propende a olvidarse rápidamente, aunque puede generarse un nuevo ejemplo cuando resulte necesario: otro ejemplo de mamífero u otro ejemplo de paralelogramo.

En la subsunción *correlativa* la nueva información es una extensión, modificación o matización de la proposición o concepto previamente aprendido; pero, el significado no se halla directamente implícito en el concepto subsumidor, como en el caso anterior, por lo que su olvido tiene efectos inapropiados. Una subclase de esta última es la modalidad *comparativa*, que se produce cuando el aprendizaje tiene por objeto incrementar la discriminabilidad entre el nuevo concepto y respectivo concepto subsumidor, mediante comparaciones que suponen el explicito análisis de similitudes y diferencias existentes entre ellos.

El aprendizaje es **supraordinado** o de orden superior se produce cuando el aprendiz elabora o construye una nueva proposición o concepto de categoría superior, en el que incluye o subsume proposiciones, o conceptos ya adquiridos. Por ejemplo, el aprendiz ha adquirido por experiencia la noción de que el *hierro* es buen conductor del calor, el *cobre* es buen conductor del calor y también el *aluminio* y otros metales. De ello infiere que *los metales son buenos conductores del calor*, proposición de orden superior, más genérica, que incluye a las proposiciones particulares anteriores. Es decir, varias ideas específicas previas se incluyen en una nueva, más general, de categoría u orden superior, como se manifiesta en el razonamiento inductivo. Naturalmente, este tipo de progresión cognoscitiva es de carácter ascendente (de abajo-arriba).

La adquisición de significados de orden superior a los ya poseídos se manifiesta en la formación de conceptos que representan clases o categorías. Así, los ordinarios perceptos o imágenes de naranja, plátano, melón, higo, etc. tan diversos perceptivamente se incluyen o subsumen en el nuevo concepto de *fruta*; asimismo, gorrión, paloma y águila en el la categoría *ave*. Es decir, el nuevo significado es de orden superior respecto de los previamente disponibles en la estructura de conocimientos del aprendiz. La adquisición de proposiciones más generales o inclusivas, implica síntesis de elementos o conceptos ya adquiridos.

El aprendizaje ***combinatorio*** ocurre cuando ciertos conceptos o proposiciones no son susceptibles de subsumirse en conceptos *específicos* de la estructura cognitiva del aprendiz, ni tampoco con otros en un significado de orden superior, como en los procesos anteriores. Entonces, se forman combinaciones de conceptos que se relacionan sobre la base de un amplio fondo disponible en la estructura cognitiva del aprendiz, como ocurre en las relaciones entre oferta y demanda; calor y volumen; masa y energía; y tantas otras que se aprenden en matemáticas, ciencias naturales y sociales. En definitiva, "al aprender conceptos o proposiciones mediante procesos subsumidores, procesos supraordenados, de orden superior, y procesos combinatorios nuevos y consecutivos, se pueden desarrollar significados nuevos y diferentes" (Ausubel, 2002, p. 171).

El principio de **diferenciación progresiva** concierne a la serie de secuencias en que las ideas más generales e inclusivas se van sucesivamente desplegando y progresivamente diferenciado en sus aspectos específicos o detalles. Por ejemplo, una vez entendido el concepto genérico de "*determinante*" del nombre, [al que precede], se van diferenciado progresivamente los conceptos de *demostrativo, posesivo, indefinido, numeral* y *artículo*. Según Ausubel, aprendido un concepto más general e inclusivo, resulta más fácil captar los aspectos diferenciados en que ese *"todo"* progresivamente se van desplegando en graduales especificaciones y detalles. El principio de diferenciación progresiva fue igualmente asumido por el bielosuso Vygodsky (1934, 2000).

Como en el caso del ejemplo precedente, del concepto de *adjetivo calificativo* surgen diferenciados los conceptos de adjetivo *explicativo* y adjetivo *especificativo*. Esto es, a partir de un concepto más genérico previamente aprendido, surgen dos o más conceptos diferenciados, en un proceso coherente de diferenciación, especificación o especialización. Por tanto, la aplicación del principio de diferenciación progresiva implica que primero se presentan las ideas más generales e inclusivas de la disciplina, diferenciándose después progresivamente en especificidad y detalle. Los conceptos genéricos sirven de anclaje para la asimilación de otros nuevos, más específicos, en las sucesivas secuencias de progresiva diferenciación, despliegue y profundización conceptual. Por ejemplo, el concepto (inclusor) *artrópodo* se diferencia en onicóforo, trilobitomorfo, antenado, etc. y el concepto de *antenado* en crustaceo, miriápodo y hexápodo. Naturalmente se requiere anticipadamente un sistemático *análisis de contenidos* desde la perspectiva lógica y psicológica.

La diferenciación progresiva es congruente con el modo en que el conocimiento se representa y organiza en la memoria semántica, según una estructuración mental de índole jerárquica, en que los conceptos más generales, abstractos e inclusivos están en la cúspide de la estructura cognitiva y subsumen sucesivamente proposiciones, conceptos y datos fácticos menos inclusivos y progresivamente más diferenciados. Por otra parte, también la estructuración jerárquica constituye la óptima organización del contenido de un campo del saber, área o asignatura. Congruentemente con esa doble y concurrente organización, en el proceso de la diferenciación progresiva se va enriqueciendo sucesiva y coherentemente la estructura cognitiva del aprendiz en un proceso de orden descendente de inclusividad o encaminamiento de índole analítica.

Este principio se proyecta en la programación u ordenación de las secuencias del contenido del curso, que abren el abanico, en línea de continuidad, sin segregación de los sectores, temas y subtemas que lo componen. Según este principio del aprendizaje significativo, por recepción verbal, "el proceso de asimilación secuencial de nuevos significados, a partir de sucesivas exposiciones (del aprendiz) a los nuevos materiales potencialmente significativos, da como resultado una *diferenciación progresiva* de los conceptos y las proposiciones; el consiguiente refinamiento de las significados y una mayor potencialidad para ofrecer anclaje a otros aprendizajes significativos" (Ausubel, 2002, p. 171).

La **conciliación integradora** concierne a las *interrelaciones* explícitas entre datos fácticos, conceptos y proposiciones adquiridos en el transcurso de la diferenciación progresiva, de la que es complementaria. En virtud de la conciliación integradora se incluyen bajo conceptos más amplios los estudiados separadamente, elaborando o reconstruyendo unos principios mas generales que los acogen.

En los procesos de integración se resaltan vínculos o enlaces, se descubren identidades o semejanzas, se discriminan diferencias y concilian posibles discrepancias

o incoherencias. Con frecuencia se produce una confusa proliferación léxica, por presentarse ciertos conceptos en contextos disciplinares diversos, aunque siendo intrínseca y sustancialmente equivalentes.

Frente a una compartimentación que independiza o aísla temas o contenidos de aprendizaje, el principio de conciliación integradora postula la explicita formulación de referencias cruzadas entre conceptos relacionados, combinado ideas similares, señalando semejanzas y diferencias relevantes, esclareciendo contradicciones aparentes y conciliando las reales, pues "es posible que los significados contradictorios se puedan resolver mediante un proceso de conciliación integradora." (Ausubel, 2002, p. 171).

En la perspectiva *horizontal*, concierne principalmente a campos del saber que se desarrollan paralelamente, como historia general, historia de la literatura, historia del arte, etc.; o bien lengua vernácula, nacional y extranjeras, etc., que entrañan considerables relaciones significativas. La integración de datos factuales, conceptos y principios sustanciales comunes favorece la comprensión y pertinente organización de las estructuras de conocimiento del aprendiz. Lejos de erigir fronteras artificiales o burocráticas, generalmente derivadas de la escasa comunicación docente, se trata de resaltar elementos y características comunes, combinando temas intrínsecamente vinculados e integrando ideas.

En perspectiva *vertical*, los sectores o temas de un área de conocimiento, lejos de darse por cerrados, al ser sucesivamente invocados, evocados y activados, constituyen las bases de articulación e integración de contenidos (mundo grecolatino y renacimiento; medioevo y romanticismo; campo eléctrico y campo magnético, etc.) en la elaboración o construcción de significados más amplios y comprensivos, configurando estructuras de conocimiento, sea como contenidos específicos, sea como fondo disciplinar general o esquemas cognitivos.

En el aprendizaje explícito y sistemático, pueden aparecer ciertas discrepancias con lo aprendido implícitamente o aprendizaje incidental, particularmente a través de los influyentes medios de comunicación, cine y televisión. Pueden mencionarse, como ejemplo, las películas de carácter histórico, carentes de rigor en determinados aspectos, requiriendo un proceso de reconciliación.

De modo general, como resultado del aprendizaje implícito, en las interacciones con el entorno físico y social, el aprendiz genera concepciones personales o teorías intuitivas, que forman parte de su estructura cognitiva, interpretando los nuevos conceptos en función de aquellas. Ciertas ideas así adquiridas (físicas, biológicas, económicas, etc.) aparentemente análogas a los nuevos conceptos científicos resultan realmente contradictorias con los mismos, entrando en conflicto con los conceptos objeto de aprendizaje explícito y sistemático en el ámbito de las disciplinas científicas. Se requiere, por tanto, un proceso de conciliación integradora o cambio conceptual, no siempre fácil. Es justamente el conflicto cognitivo el punto de arranque para el necesario *cambio conceptual.*

Repárese en que cuando el aprendiz no alcanza la comprensión de los nuevos conceptos científicos, puede descartarlos o aislarlos formando una especie de compartimiento separado que hace objeto de un aprendizaje literal, repetitivo.

En general la conciliación integradora conlleva procesos de discernimiento y discriminación explícita de las diferencias significativas entre ideas aparentemente semejantes que el aprendiz retiene como idénticas, de modo que los nuevos significados no resulten impregnados de ambigüedades o confusiones, requiriéndose una actitud de análisis crítico y activa reflexión, particularmente en determinadas disciplinas. La conciliación integradora afecta a toda la amplia temática de la interdisciplinariedad en el aprendizaje escolar o académico.

La **subsunción obliteradora** (latin: oblitterare>abolir, borrar de la memoria) consiste en la gradual pérdida de la diferenciación o disociabilidad de determinadas ideas específicas singularmente aprendidas, al resultar subsumidas por ideas que operaron como anclaje en su proceso de aprendizaje significativo, sin posibilidad de recuperarla como tales ideas específicas. Supone su gradual reducción, con el paso del tiempo, absorbidas por las ideas de anclaje, tal que ya no es posible la disociación de aquellas. En virtud de la asimilación obliterativa, con el transcurso del tiempo, conceptos aprendidos pierden su identidad específica, sin que puedan ser directamente recuperados, excepto su uso frecuente o repaso.

El proceso de asimilación obliteradora explica el olvido, considerando que se produce cuando los nuevos conceptos aprendidos ya no pueden ser disociados de aquellos conceptos o proposiciones más estables que operaron como subsumidores en la asimilación significativa.

Como escribe David Ausubel, "Con el tiempo, a medida que el proceso de asimilación sigue operando, los significados de proposiciones o conceptos componentes ya no se puede disociar (recuperar) de sus ideas de anclaje y decimos que se ha producido una asimilación obliteradora u olvido significativo: la asimilación relativamente completa de la especificidad del nuevo significado, hace que ya no se pueda disociar (recuperar) de la generalidad de idea de anclaje más inclusiva de la estructura cognitiva (a causa de la subsunción obliteradora) y en consecuencia se considera que se olvida" (Ausubel, 2002, p. 171).

Por debajo de cierto umbral, el nuevo concepto asimilado por la idea de anclaje original, ya no está directamente disponible, sin que pueda ser recuperado como recuerdo puro, aunque puede activarse y operar realmente en determinadas situaciones, particularmente en el reconocimiento. (Paniagua y Meneses, 2006).

En efecto, al incorporarse nuevos atributos al concepto inclusor o marco cognitivo en que se integró la nueva información, se producen modificaciones en la estructura cognitiva que la mejoran o enriquecen, de tal modo que favorecen nuevas adquisiciones ulteriores, aun tras la subsunción obliterativa. Así, contenidos olvidados se re-aprenden eficazmente en un periodo de tiempo menor al que fue

necesario en el aprendizaje original. Por ejemplo, se comprobó que alumnos que habían estudiado álgebra en el noveno curso de escolaridad obtenían un rendimiento superior al estudiar más tarde los vectores en física, aunque una parte notable de sus conocimientos específicos de álgebra habían sido objeto de inclusión obliterativa. (Gubrud y Novak, 1973).

Los ***organizadores previos*** u organizadores anticipados constituyen un importante recurso pedagógico en el aprendizaje significativo por exposición docente/recepción discente. El organizador previo constituye un recurso pedagógico elaborado *ad hoc* por el docente, como una especie de andamiaje para la nueva unidad de aprendizaje y esbozo de la misma para su ordenada adquisición significativa.

El organizador previo es una idea matriz, concepto genérico o expresión de una relación que sirve de enlace, puente o mediador entre las pertinentes ideas básicas ya disponibles en la estructura de conocimientos del aprendiz y el nuevo contenido instructivo que ha de asimilar. Representa un concepto significativamente potente que proporciona un *andamiaje intelectual* que opera como referente a lo largo de la secuencia de aprendizaje, más o menos extensa, favoreciendo relaciones múltiples.

El organizador previo como tal ha enseñarse mediante una exposición breve y concreta, con terminología fácil y ejemplos, requiriendo una parte del tiempo de la exposición, pues sólo si se comprende puede desempeñar su función en la organización de la información subsiguiente. No puede confundirse con la enunciación de los objetivos, la evocación de alguna experiencia personal o simple alusión a lo estudiado la semana precedente; aunque todo esto constituya una buena presentación introductoria o contexto orientador; pero, ninguna de estas técnicas es propiamente un organizador previo. (Joice y Weil, 1985).

Un organizador previo, como idea clave o eje, puede serlo para toda una disciplina como el concepto de *entropía* para la física, el concepto de *evolución* para la biología, el concepto de *cultura* para el arte o historia del arte, el concepto de *actividad* para la psicología o el de *oferta-demanda* para la economía. Otros organizadores previos lo son para un sector o bloque de conocimientos o bien para determinada unidad temática, como el concepto de propiedad característica (densidad, conductividad eléctrica, calor específico, etc.) en el aprendizaje de la física básica en el período de educación primaria/secundaria obligatoria. (Lahera, 2007).

El denominado organizador *expositivo* es procedente cuando el aprendiz dispone de escasos conocimientos sobre la unidad de aprendizaje en cuestión. Corresponde a una categoría susceptible de subsumir nuevas subcategorías o especies. Por ejemplo, el concepto de la energía mecánica, con los ejemplos pertinentes, constituye un organizador expositivo previo al aprendizaje de los contenidos concernientes a la energía potencial, la energía cinética e incluso la nuclear.

El llamado organizador *comparativo* está indicado cuando el aprendiz ya dispone de un núcleo fuerte de ideas susceptible de entrar fácilmente en relación con

las contenidas por la nueva unidad de aprendizaje, mediante análisis de semejanzas y diferencias. Por ejemplo, en la enseñanza de las propiedades de la división se puede utilizar lo ya sabido sobre las propiedades de la multiplicación. En un experimento dirigido por Ausubel se utilizó un núcleo de ideas bien conocidas sobre el cristianismo que actuaban como organizador comparativo en el estudio del budismo, con el análisis sus similitudes y diferencias respecto del concepto de pecado. (Ausubel y Fitzgerald, 1961).

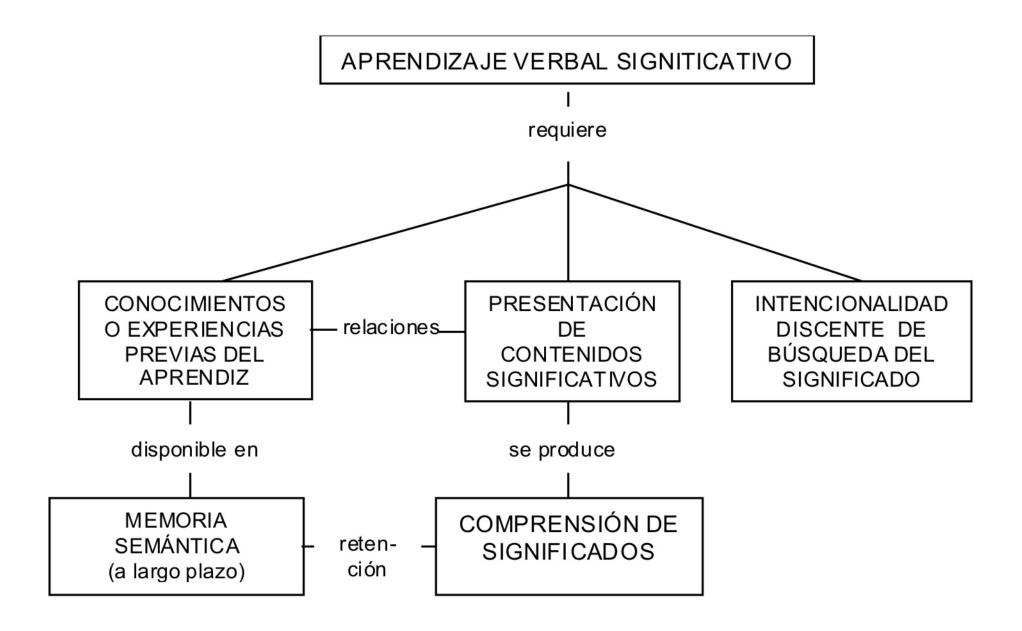
Los profesores utilizan frecuentemente organizadores comparativos, aunque no los denominen así, como, por ejemplo, cuando en la enseñanza del barroco en el arte o la literatura parten de las características del renacimiento, analizando concordancias y contrastes. También los suelen utilizar los profesores-autores de textos escolares en las exposiciones correspondientes.

Los organizadores previos tienen una importante función en el aprendizaje significativo que requiere ideas pertinentes de nivel jerárquico conceptualmente más elevado, inclusivo y estable como anclaje de conceptos más diferenciados y detallados que van a ser inmediatamente aprendidos. Por supuesto, los organizadores previos resultan menos útiles, incluso innecesarios, cuando el aprendiz ya dispone de abundantes conocimientos sobre el campo disciplinar o unidad de aprendizaje, así como el hábito de utilizar estrategias cognitivas y metacognitivas pertinentes.

Los organizadores previos han sido objeto de diversas críticas (Barnes y Clawson, 1975; Derry, 1984) derivadas principalmente de las deficiencias en su definición y operacionalización. Sin embargo, otros estudios han mostrado su relativa efectividad (Dinnel y Glover, 1985; Glover y Bruning, 1988; Corkill, 1992).

Los ***mapas conceptuales*** constituyen una notable aportación para la aplicación y efectividad del aprendizaje significativo, ampliamente desarrollados por Novak (1998). Representan gráficamente relaciones entre conceptos o estructuras de significado como marco conceptual/proposicional del conocimiento del aprendiz, de notable funcionalidad en el diagnóstico le los conocimientos previos y su evaluación. (Cañas y otros, 2004; Novak y Cañas, 2006).

El que figura a continuación fue elaborado por una asistente a un curso sobre estas cuestiones.



En resumen, la teoría cognitiva de la asimilación de Ausubel pone de relieve las posibilidades del aprendizaje significativo mediante la *enseñanza expositiva* o aprendizaje por recepción, oral o escrita, en las sucesivas etapas escolares o niveles académicos. Sin embargo, como lo hace el autor, también es menester señalar las deficiencias de la *tradicional* enseñanza expositiva, que frecuentemente ha favorecido un aprendizaje de carácter asociativo, verbalista, literal y repetitivo. Esa forma de enseñanza ha estado ordinariamente distante de los principios, condiciones y procedimientos inherentes al aprendizaje significativo y la comprensión, precedentemente expuestos y de las elaboraciones del paradigma cognitivo, expuestas en los capítulos sucesivos.

Al respecto, el propio Ausubel señala lo siguiente: prematuro predominio de de la exposición verbal con aprendices de un nivel cognitivo y lingüísticamente insuficiente; escasa atención a las experiencias personales y conocimientos previos del aprendiz; presentación de hechos con ausencia de un principio organizador y relacionante, con escasa vinculación de los nuevos contenidos de aprendizaje a las estructuras de conocimiento del aprendiz para su integración en las mismas. Asimismo subraya la utilización de procedimientos de evaluación que propician la reproducción literal y repetitiva, en lugar de procedimientos consistentes en la reformulación de lo aprendido con los propios recursos expresivos, utilización de representaciones gráficas, actividades manipulativas o aplicación de lo recién adquirido a la solución de situaciones problemáticas.

La teoría ausubeliana del aprendizaje significativo se ha desarrollado y consolidado, merced a los resultados de distintas investigaciones y elaboraciones teóricas en el ámbito del paradigma cognitivo, mostrando su congruencia y efectividad. Se han precisado conceptos, completado vacíos y desarrollado nuevos aspectos de la misma, como los de un antiguo alumno de Ausubel, con la denominada teoría generativa del aprendizaje (Wittrock, 1974) o la teoría de la elaboración de Reigeluth (2000).

Igualmente, la creciente importancia asignada a los esquemas mentales en el pensamiento y la acción ha reforzado la validez de la teoría de la asimilación. También hay que resaltar las aportaciones concernientes a la *comprensión del discurso*, según las cuales la construcción del significado es el resultado de la interacción entre el texto y conocimiento previo activado por el sujeto, de modo que las ideas o proposiciones de nivel más alto (efecto de los niveles) tienen más probabilidad de ser recordadas, integrándose en la representación de la macroestructura del texto. (Johnson-Laird, 1983; Just y Carpenter, 1987; Kintsch y van Dijk, 1978; Kintsch, 1994).

Más directamente ligados a dicha teoría cognitiva del aprendizaje significativo son las elaboraciones sobre los *modelos mentales* (Johnson-Laird, 1983) o sobre los *campos conceptuales.* (Vergnaud, 1990) Su inserción en el marco del aprendizaje significativo ha sido explícitamente llevada a cabo por Moreira (2000, 2002). Una reformulación de la teoría de la asimilación con valiosos análisis referidos a la disociabilidad y la asimilación obliterativa ha sido realizada por Paniagua y Meneses (2006). En los últimos decenios son numerosas las investigaciones y experiencias didácticas innovadoras en de aplicación de la teoría de la asimilación y la construcción del significado, especialmente en la didáctica de las ciencias experimentales (Rodríguez Palmero, 2003; Galagovsky, 2004).

Una posible alternativa al aprendizaje significativo por exposición/recepción verbal estaría representada en el aprendizaje significativo por *descubrimiento*, patrocinado, entre otros, por Bruner. En el aprendizaje significativo basado en la *exposición* docente/recepción discente se presentan al aprendiz, en las secuencias y condiciones antes descritas, los contenidos de aprendizaje; mientras que en el aprendizaje significativo basado en el *descubrimiento* el aprendiz debe descubrirlos personalmente por si mismo.

Algunos, con cierta superficialidad, se apresuraron en destacar las objeciones de Ausubel al itinerario didáctico de construcción de significados por descubrimiento, sin advertir el contexto educativo y situación en que las formula. El lanzamiento del primer satélite espacial —Sputnik, 1958— por la URSS tuvo una gran impacto en USA, al constatar su retraso científico-técnico en la exploración y dominio del espacio. La conciencia de ello impulsó, entre otras medidas, una reforma en la enseñanza, especialmente de la ciencias físicas, con el propósito de sustituir la enseñanza expositiva ordinaria, no exenta de deficiencias, por otra basada en el descubrimiento por el aprendiz de principios y conceptos científicos, con la pretensión, más o menos

explícita, de fomentar nuevas actitudes y modos de trabajo en la formación de futuros físicos o astrofísicos, incluso ya antes de la adolescencia. Tras este desplazamiento pendular, se inició un primer e intenso periodo de elaboración y aplicación de la nueva metodología didáctica.

El sucesivo análisis de los resultados planteó una controversia en la que participa abiertamente Ausubel. Por una parte, muestra las posibilidades de la enseñanza por exposición/recepción verbal, en la formación científica, en términos de su teoría cognitiva de la asimilación, frente al aprendizaje literal, repetitivo, de la predominante enseñanza expositiva tradicional. Por otra parte, analiza los excesos de un itinerario didáctico basado exclusivamente en el descubrimiento y personal elaboración de los contenidos por el aprendiz. En efecto, el aprendizaje por descubrimiento entraña condiciones optimas para un aprendizaje significativo, que alberga comprensión y construcción personal del conocimiento. Pero, una cuestión paralela es su viabilidad, particularmente en lo que concierne la lentitud en el proceso de aprendizaje y la gran instrumentación requerida.

Asimismo, se pone de relieve la inconsistencia de un planteamiento polar que sitúa en un extremo la presentación verbal de los contenidos del aprendizaje y en el opuesto se deja al aprendiz que descubra, por si mismo, esos contenidos. Al efecto, se pone de manifiesto que aprendizaje significativo mediante exposición/recepción verbal y mediante descubrimiento son parte de un *continuum* en que ambos se intercalan y alternan, con predominancia de uno u otro en función de la evolución cognitiva del aprendiz y el contenido de la disciplina o unidad específica. Ambos tipos de aprendizaje surcan el prolongado itinerario educativo que va desde la etapa preescolar hasta el ciclo de doctorado.

Por una parte, ninguno de ambos tipos de aprendizaje se produce de una forma "pura" en una explicita y concreta situación de aprendizaje. Repárese en una sencilla situación de aprendizaje por descubrimiento en el laboratorio escolar como la siguiente: poned un poco de este polvo blanco en el tubo de ensayo; después añadid este líquido amarillo; ahora se mezcla y se agita; observad en nuevo color que ha surgido. Evidentemente, está presente una exposición verbal.

Por otra parte, ordinariamente a todo proceso de aprendizaje significativo, resultan inherentes sucesivos actos de descubrimiento, que se manifiestan de modo especial en las constantes inferencias realizadas por el aprendiz, en los subyacentes procesos inductivos y deductivos, así cono en la solución de situaciones problemáticas. El niño de educación primaria puede descubrir que la multiplicación equivale a una larga suma abreviada de sumandos iguales. En una situación expositiva, adecuadamente planteada, puede descubrir que el pronombre es sustituto del nombre. El adolescente puede descubrir que el adjetivo puede ser sustituido por la oración subordinada adjetiva. También puede descubrir la semejanza entre el cuarteto y el serventesio con el simple cómputo silábico de sus cuatro versos y la diferencia entre

ambos mediante la observación de la rima, cruzada o alternada. Procesos de aprendizaje específico por descubrimiento activo y personal del alumno se producen con relativa frecuencia, excepto que lo obstruya el docente anticipando innecesariamente los resultados. También en una exposición docente el alumno puede estar muy activo mentalmente, al establecerse las pertinentes conexiones entre lo que ya saben y los nuevos conocimientos.

Por tanto, son frecuentes y esenciales los actos de descubrimiento que surgen en el transcurso del aprendizaje significativo por exposición/recepción verbal, cuya facilitación en inherente a la misma, en las condiciones anteriormente descritas. Si bien a nivel micronómico los procesos o actos de aprendizaje por descubrimiento son naturales, frecuentes y pedagógicamente viable; no sucede lo mismo cuando se plantea a nivel macronómico, como itinerario excluyente y exclusivo a todo lo largo del curso. En el primero de dichos sentidos ambos tipos de aprendizaje son compatibles, complementarios y susceptibles de integración a lo largo del proceso de construcción de significados. Sin embargo, en las circunstancias actuales, no es fácil diseñar un itinerario de aprendizaje significativo exclusivamente mediante la propia experiencia, la manipulación de objetos e instrumentos, la resolución de problemas, descubrimiento personal o la anfibológica enseñanza abierta, cuando se trata de un amplio cuerpo de saberes, como los que integran la cultura, humanista y científica vigente.

Respecto a la predominancia, que no exclusividad, del aprendizaje significativo verbal o del aprendizaje significativo por descubrimiento, adviértanse las diferencias epistemológicas, configurativas y operativas entre objetivos y contenidos en el aprendizaje de la geografía y de la historia del arte o el aprendizaje de la biología y la física, pudiendo afirmarse respecto de la última, con el profesor J. Lahera, que "el lugar más idóneo para pensar y hacer *física básica* es el laboratorio". (Lahera, 2007, p. 11).

3.6. Concurrencia e integración de formas de aprendizaje

La pregunta sobre cuál es el mejor método de enseñanza tiene el mismo sentido que la pregunta sobre cuál es el mejor método de curación. En este segundo caso dependerá de factores varios y variables: tipo de afección, estado del paciente, etc. En el primero, dependerá de las actitudes, destrezas, experiencias y conocimientos previos del aprendiz, condiciones externas o contextuales, contenidos, objetivos o resultados pretendidos, etc. La solución de problemas tan diversos y complejos no puede reducirse a una respuesta simple y única.

Tan simplista interrogante supondría la pretensión de una respuesta reducionista; si bien, en el fondo, difiere poco, aunque en otro orden, del reducionismo que, en notable medida, ha caracterizado a las grandes elaboraciones teóricas sobre el aprendizaje, cada una con aspiraciones de exclusividad y la pretensión de reducir la explicación de *todo* el aprendizaje a los términos de sus propias elaboraciones teóricas.

El asociacionismo *conductista* pretendía reducir *todo* el aprendizaje a asociaciones, específicamente asociaciones de estímulos, respuestas y refuerzos, ensayos, errores y aciertos, tratando de explicar todo tipo de aprendizaje con arreglo a los principios del condicionamiento operante o instrumental, desde la adquisición de destrezas mótoricas, pasando por el aprendizaje del lenguaje, hasta el pensamiento mismo. Esto es, *toda* conducta y saber humano serían el resultado *sólo* de tales procesos asociativos. Recuerde el lector lo expuesto en el capítulo anterior.

No obstante, también hay que advertir de las ingenuas o simplonas objeciones de ciertos críticos del asociacionismo y del asociacionismo conductista en particular, debido quizás a la necesidad de sintetizar.

En efecto, las teorías y leyes del conductismo resultan inapropiadas para explicar el aprendizaje complejo, a ciertos niveles, como el aprendizaje de la historia, la física o la química. Sin embargo han mostrado su eficacia, en dominios específicos, como el aprendizaje de procedimientos, habilidades o destrezas sensoriomotrices, la modificación de la conducta y de ciertas modalidades de conducta no tan simples como inicialmente pudiera parecer, también en el ámbito escolar o paraescolar, según se expuso en el capítulo precedente.

En relación con los párrafos anteriores, es necesario señalar, por una parte, que las técnicas de modificación de la conducta han ido progresivamente incluyendo procesos de índole cognitiva. A este respecto resultaría de interés para cualquier docente la lectura (traducción española) de *Cognición y modificación de conducta* (Mahoney, 1983) o *Cognición y psicoterapia* (Mahoney y Freeman, 1990).

Asimismo, debe añadirse que los procesos asociativos, en un sentido más comprensivo y complejo, se hallan en las recientes explicaciones del aprendizaje humano, siendo su manifestación más palmaria el conexionismo o procesamiento distribuido en paralelo, basados en modelos de redes neurales. (McClelland, 2000).

Por su parte, el *constructivismo* como teoría cognitiva del aprendizaje alberga también una propensión a reducir la explicación de *todo* el aprendizaje humano a sucesivas reorganizaciones o reconstrucción de estructuras cognitivas y cambios conceptuales. La postulada predominancia de esa forma de aprendizaje, específicamente humano, en los sucesivos ciclos o etapas escolares, ha de ser entendida justamente en términos de predominancia, más que en términos de exclusividad; puesto que otros procesos de aprendizaje y sus resultados, ineludibles para las personas, no son de ese tipo. Así, el aprendizaje de un nuevo número de teléfono, asociado a una persona o entidad, no comporta reestructuración mental de los números telefónicos previamente aprendidos, que han de permanecer incambiados. El aprendizaje del nombre de una capital, asociado al de un país asiático, tampoco implica reorganización de los aprendidos precedentemente, que se mantienen igualmente incambiados.

Por tanto, cada uno de los distintos procesos de aprendizaje produce unos resultados y no otros, operando cada uno conforme a la índole del contenido de

aprendizaje y resultados pretendidos. Aunque, en el ámbito escolar, sea prioritario el aprendizaje significativo o construcción cognitiva por el aprendiz; el aprendizaje asociativo reproductivo, literal, no puede descartarse.

Además del aprendizaje significativo de principios y conceptos, también es necesario aprender determinados datos o hechos; así como se requiere aprender ciertas destrezas o procedimientos, mediante una deliberada práctica prologada, que requiere repetición, hasta su automatización.

En el aprendizaje literal la vinculación de la nueva información con la ya existente es meramente convencional o arbitraria, sin implicar nuevos significados, sino la simple asociación de datos o hechos, la asociación de un estímulo a una respuesta: Rumanía-Bucarest; Bieloruria-Minsk.

Las relaciones son de índole asociativa, literal, arbitraría y periférica al significado, sin incrementar el tejido cognitivo al no comportar relaciones significativas e integración en la estructura cognitiva del aprendiz. Por otra parte, la información literal sólo puede retenerse durante relativamente cortos periodos temporales, excepto un intenso sobre-aprendizaje, o repaso frecuente, dependiendo, pues, de la fuerza asociativa discreta, siendo además escasas o nulas sus posibilidades de transferencia o generalización.

La prioridad del aprendizaje asociativo o del aprendizaje constructivo depende de la índole, propósito y uso de la respectiva adquisición. Cuando haya de hacerse un uso reproductivo o repetitivo de lo adquirido, entonces será más eficaz su aprendizaje asociativo, por repetición, como en la frecuente utilización de un número telefónico, un código postal o la tabla de multiplicar. Cuando los conocimientos hayan de aplicarse a situaciones cambiantes o adaptarse a condiciones variables, entonces será preferente un aprendizaje elaborativo o significativo. Esto es, elaborando, construyendo o reconstruyendo nuevas estructuras de conocimiento generalizables o trasferibles a situaciones diversas, como resolver distintos problemas de geometría, traducir diversos textos del alemán al español o realizar variados experimentos en el laboratorio.

Aprendizaje asociativo y constructivo son procesos de aprendizaje distintos, con objetivos y resultados distintos, aunque se complementan recíprocamente, en el complejo, pero flexible, sistema humano de aprendizaje, con complicados problemas de coordinación e integración.

En el aprendizaje de un contenido delimitado, en una situación concreta, pueden concurrir e interactuar diversos procesos o formas de aprendizaje. Por consiguiente, sólo han de concebirse separadamente a efectos de análisis, ya que realmente en situaciones concretas, particularmente en el aprendizaje complejo, se producen procesos asociativos y procesos reorganizativos, de reestructuración cognitiva, que operan de modo concurrente y recíprocamente complementario. Si bien, en ciertas situaciones y determinadas condiciones, según la índole de los contenidos

y resultados pretendidos, unos procesos predominan sobre otros; ninguno puede excluirse, ya que atraviesan horizontalmente o resultan transversales a las distintas áreas o disciplinas, estando presentes en todas ellas, en mayor o menor grado: química o biología, historia o geografía, artes plásticas o música, tecnología o educación física.

Aunque en el aprendizaje de historia, física o química sean predominantes los procesos cognitivos de naturaleza constructiva o reconstructiva; sin embargo, no quedan excluidos los procesos asociativos de aprendizaje reproductivo o repetitivo de determinados componentes de dichas disciplinas. En efecto, sobre la base de un aprendizaje significativo de la historia, resulta ineludible el aprendizaje de las fechas históricas relevantes, aunque comprendiendo por qué son relevantes, en el devenir histórico. En el estudio de la historia, además de la comprensión de los hechos históricos, la continuidad y significado de las relaciones, se requiere inexorablemente su localización de los hechos en el tiempo, (año o siglo) tal que no piense el estudiante que la Revolución bolchevique en Rusia precedió a la Revolución industrial en Inglaterra, desvirtuando sus significados.

Análogamente, en el estudio de la química es ineludible el aprendizaje y retención de la *tabla* del *sistema periódico de los elementos*, como forma de agrupación sistemática de los mismos, según sus propiedades físicas y químicas, y sus relaciones. Por tanto, retención en la memoria, aunque comprendiendo por qué cada elemento se sitúa en determinado lugar: línea (periodo) y columna (grupo).

Naturalmente su aprendizaje significativo se basa en los *conocimientos previos* del aprendiz, adquiridos a partir de la representación de un modelo de átomo, como idea inclusora, que subsume la progresiva diferenciación de los conceptos de núcleo y corteza del átomo, partículas fundamentales (neutrón, protón, electrón), número atómico, etc.

El concepto genérico de la estructura electrónica del átomo o configuración de los elementos, en relación con la idea general del orden decreciente de los elementos en la tabla, según su número atómico, opera como idea inclusora en la sucesiva diferenciación progresiva y integración conciliadora en el proceso de aprendizaje de los conceptos de valencia electroquímica, potencial de ionización, etc. y la comprensión de la reactividad química.

Según el aprendiz asimila sucesivamente nuevos conceptos, relacionándolos con los ya adquiridos, realiza reorganizaciones cognitivas o reconstrucciones mentales significativas. Asimismo, el conocimiento del lugar de una elemento en el sistema periódico, permitirá realizar *inferencias* respecto de su número de electrones (su número atómico) número de niveles energéticos u órbitas del elemento (período en que está) etc.

En definitiva, reorganizaciones conceptuales o reconstrucciones significativas de creciente nivel, requieren también el aprendizaje de datos sobre hechos; a la vez

que aquellas posibilitan la adquisición e integración de nueva información sobre hechos o datos. Los expertos o especialistas conocen más hechos y además poseen estructuras conceptuales más complejas en las que aquellos se integran. (Eriksson y Smith, 1991; Voos y Carretero, 1998).

Siendo complementarios aprendizaje constructivo y asociativo, no pueden concebirse como una dicotomía; sino como un *continuum*: aprendizaje significativo-aprendizaje literal. Mayor información factual, de hechos y datos, en un área o sector determinado, incrementa las posibilidades de comprensión del mismo y, recíprocamente, la comprensión de una situación puede evocar más fácilmente datos, hechos o elementos componentes. Por ejemplo, aunque el aprendizaje de nombres de conceptos está más próximo al aprendizaje literal, también el aprendizaje de nombres favorece el aprendizaje de conceptos.

En términos generales puede asumirse que las formas más simples de aprendizaje se basan en procesos de aprendizaje asociativo; mientras las más complejas requieren la concurrencia e interacción de procesos diversos, incluyendo reorganización o reestructuración de estructuras cognitivas. Frecuentemente, los procesos más complejos se apoyan en procesos precedentes más sencillos, así como en la amplia gama del aprendizaje implícito, inconsciente que, a veces, requerirá una notable reestructuración confiriéndole nuevo significado.

Una parte del aprendizaje escolar inicialmente calificado de "aprendizaje verbal memorista", puede suponer también una forma de aprendizaje significativo. Por ejemplo, el aprendizaje de la multiplicación de números naturales, ha ido precedido de la comprensión de conceptos y relaciones de naturaleza numérica, particularmente en el aprendizaje de la suma, ya disponibles en la estructura de conocimientos del aprendiz, que operan en la comprensión de la multiplicación.

El paralelo aprendizaje de la tabla de multiplicar, como una forma de aprendizaje asociativo, reproductivo, tiene como resultado la adquisición de una destreza utilizada para acelerar la velocidad en el cálculo y la resolución de problemas.

Pero, es oportuno advertir que la famosa y rigurosa investigación de Ebbinghaus sobre aprendizaje literal de sílabas sin sentido difiere del aprendizaje de la conexión de pares de números con el producto que se halla vinculada a un aprendizaje previo. Por ejemplo, si por debilitación de la asociación, el niño o adulto, no fuese capaz de recuperar el producto asociado al par 5x3, puede evocar pronto el concepto de suma en que el mismo sumando aparece tres veces. Asimismo, el conocimiento de la propiedad conmutativa, generalmente aprendida implícitamente [5·3=3·5] permite subsanar inmediatamente ciertos olvidos. Repárese asimismo en los productos de 9x están comprendidos en los previamente aprendidos, excepto el correspondiente al último par [9·9]

El actor teatral primero lee y aprende significativamente su papel en el marco de la comprensión de la obra, su argumento, estructura, carácter de los personajes,

sus relaciones etc. Después, aprende literalmente el propio papel que le corresponde en la representación de la obra. (Noize y Noize, 1997).

Por consiguiente, siendo capital la actitud o predisposición del aprendiz respecto del aprendizaje significativo, esta no puede ser única y exclusiva, pues en ciertas circunstancias también se requiere aprendizaje asociativo, literal. El aprendiz, en determinados casos o situaciones, puede elegir aprender significativamente y literalmente de modo sucesivo o simultaneo.

Como síntesis, puede decirse que a los distintos objetivos y contenidos corresponden los congruentes procesos de aprendizaje: aprendizaje simple y complejo; asociativo y constructivo; literal y significativo, por recepción y por descubrimiento; aunque en las situaciones específicas de aprendizaje concurran e interactúen. El problema surge al pretender que un procedimiento único sirva para objetivos y contenidos diversos.

Unos procedimientos o habilidades son comunes a la ejecución de tareas de distinto tipo; pero, otras son específicas de determinados dominios, como la utilización de determinados instrumentos o la realización de ciertas actividades corporales, musicales, plásticas, tecnológicas o científicas.

Una de las diferencias entre el aprendizaje de determinado conocimiento declarativo [semántico o episódico] y el aprendizaje de un procedimiento o habilidad específica son los actos y tiempo requeridos en uno y otro tipo de aprendizaje. Para el conocimiento de ciertos objetos o hechos, como el avestruz, puede bastar con que el estímulo sea percibirlo una sola vez. En cambio, se necesita bastante tiempo de práctica deliberada para el aprendizaje consolidado de un procedimiento o destreza, como nadar, que no se aprende la primera vez que uno se introduce o le introducen en la piscina.

Otras diferencias radican en que generalmente hechos o acontecimientos, como contenidos de la memoria declarativa, puede describirse verbalmente de un modo relativamente fácil. En cambio, son más difícilmente verbalizables los contenidos propios de la memoria procedimental. No resulta fácil describir pormenorizadamente la serie de movimientos coordinados que se realizan para bajar por una escalera, ponerse unos pantalones o trazar una circunferencia a mano alzada.

Numerosas operaciones que se manifiestan en forma de procedimientos o destrezas conductuales y cognitivas corresponden a aprendizaje implícito, sin experiencia consciente del aprendiz. Tampoco al ejecutar esas operaciones se está pensando pormenorizadamente en los movimientos o secuencia de actos constitutivos de tal actividad. Simplemente se hace *automáticamente*, con mayor o menor presteza y acierto.

Un procesamiento mas profundo, a nivel de significado, implica mayor elaboración cognitiva, mejor comprensión e integración organizada en los contenidos de la memoria semántica, conducente a una retención más duradera y más fácil recupe-

ración. Esto es, un procesamiento profundo, significativo, muestra una clara superioridad respecto de un procesamiento más superficial, a nivel de las someras características sensoriales, visuales o auditivas, de los estímulos. (Craik y Tulving, 1975; Lockhart y Craik, 1990; Rajaram, 1993; Howard, 1995; Neisser, 1998; Brown y Craik, 2000).

4. LA ATENCIÓN: SELECCIÓN Y RECURSOS COGNITIVOS

4.1. El concepto de atención y función en el aprendizaje

El lector puede realizar una sencilla experiencia personal sobre el proceso de atención, empleando la introspección. Cerrando los ojos intente advertir cualquier sonido de los que estimulan su órgano auditivo. Después, sin dejar de prestar atención a tal sonido, ya con los ojos abiertos, puede ampliar el campo de atención a estímulos visuales del entorno. Además, puede incluir sucesivamente estímulos concernientes al tacto y el olfato. Pronto descubrirá que no puede prestar atención a todo simultáneamente y que su capacidad es limitada. Por suceder de un modo natural, análogamente a la respiración, raramente se analiza el proceso de la atención.

La atención se manifiesta en las tareas escolares, las actividades deportivas, las ejecuciones laborales y, en general, en las diversas acciones cotidianas en que la activación mental se enfoca y concentra en cierto estímulo informativo o determinada tarea, pues "la atención es concentración de la actividad mental" (Matlin, 2002, p. 51).

La atención implica *concentración* en una actividad mental, como la de atender a *una* explicación oral, *la* lectura de un párrafo del texto o *una* conversación. El esfuerzo, energía mental o recursos cognitivos se centran o concentran en el procesamiento de estímulos informativos prevenientes de la explicación, el texto u otra persona. Ello implica que de los múltiples estímulos susceptibles de ser percibidos y atendidos se realiza una *selección* de determinados estímulos específicos auditivos o visuales, excluyendo todos los demás que interfieren el procesamiento de aquellos: ruido exterior, objetos del entorno, dureza del asiento, temperatura, etc. Por ejemplo, el estudiante normal *concentra* su actividad mental, con intensidad y persistencia, en los procesos (percepción, memoria, etc.) implicados en la realización de un examen escrito, seleccionado los estímulos visuales contenidos en el mismo, con exclusión de cualquier otra información visual o auditiva que pueda interferir en el procesamiento cognitivo que lleva a cabo con cierto nivel de profundidad.

La *selección* de un estímulo, configuración de estímulos, mensaje o actividad específica y la *concentración* en ella de los recursos mentales disponibles, ignorando todos los demás, indica una *capacidad limitada*, ya que no es posible atender a varios simultáneamente. Disponer de capacidad de atender paralelamente a las conversaciones de varios grupos próximos en una reunión resultaría maravilloso. Pero, no es posible el simultáneo procesamiento de tales informaciones a cierto nivel de profundidad, a nivel de significado, no simplemente a nivel superficial de ciertas características sensoriales, como el tono o algunas palabras aisladas. En ciertas circunstancias, esto

último puede ser posible, respecto de la conversación del grupo más próximo, con las características que se indicarán más adelante.

Unas veces la actividad mental se concentra en ciertos estímulos del entorno que resultan relevantes o interesantes, dando lugar a un procesamiento guiado por los datos (de abajo-arriba). Otras veces la atención se concentra en una específica actividad mental en virtud del propósito de la persona, dando lugar a un procesamiento conceptualmente guiado (de arriba-abajo) (Downig y Treisman, 1997).

Del estudio de la atención ya se ocuparon los psicólogos que utilizaban el método de la introspección; pero, decayó durante el período de apogeo del asociacionismo conductista. Sin embargo, en el paradigma cognitivo, la atención recibe la consideración científica que merece, en cuanto que resulta decisiva para los demás procesos cognitivos, como los de percepción y memoria. Constituye un importante factor en actividades como la solución de problemas o la toma de decisiones. Al leer el enunciado o descripción de un problema, se necesita seleccionar y prestar atención a determinada información, desatendiendo la información trivial. Asimismo se toman decisiones inapropiadas cuando se presta demasiada atención a información poco relevante.

La atención es, pues, decisiva en la cognición y la acción humana, como responsable de la activación de procesos cognitivos enfocados en determinados estímulos informativos o tareas específicas, constituyendo un "modo disposicional que envuelve a todo el conocimiento, y muy particularmente a la percepción." (Pinillos, 1982, p. 169).

Para una mejor comprensión de la atención, puede inicialmente resultar ilustrativo el símil de un receptor de radio. Sin encenderlo, sin *activación* o energía, nada captará. Pero, sin la *selección* de ondas, de una estación emisora, se captaría un caos de ruidos, sin obtener información alguna. Análogamente, la función activadora y selectiva de la atención, resulta imprescindible en los distintos procesos cognitivos, desde la percepción y reconocimiento de objetos, hasta la evocación de cierto recuerdo.

La atención entraña ***activación***, en la puesta en marcha y mantenimiento de los procesos cognitivos de procesamiento de la información. Como actividad energetizadora y direccional, constituye el "mecanismo de activación o alertamiento de los procesos cognitivos" (Fdez Trespalacios, 2004, p. 303).

A la activación cognitiva como función primaria de la atención subyace el fenómeno que supone activación del sistema de receptores (*arousal*), en virtud de un estado del sistema nervioso central que implica alertamiento o vigilancia y comporta atención intensa y sostenida. Repárese en las diferencias entre un estado de somnolencia y un estado de alerta o *vigilancia*, así como en el hecho de que el vigilante siempre está alerta a lo que suceda. La atención también incluye, pues, disposición o estado de alerta para recibir información.

Pero, la activación cognitiva se determina o especifica en una dirección o enfoque determinado, tal que los procesos cognitivos activados, como los de per-

cepción, memoria o razonamiento, operan en cada momento respecto de determinados objetos, aspectos de la realidad o sus representaciones mentales. De aquí expresiones como estas: ¡Atendez a lo se está diciendo! ¡Alerta a lo que sucederá ahora! ¡Vigilad los resultados de esa reacción! Sencillamente expresado, el aprendiz como sujeto activo que presta atención está alerta a lo que el profesor dice o a la actividad que él mismo hace y cómo lo hace.

Dada la *limitada* capacidad del sistema cognitivo, no es posible atender, de modo eficaz, a varias cosas al mismo tiempo, por lo que la función selectiva es inherente a la atención. Es decir, puesto que no se puede atender simultáneamente a distintos estímulos potencialmente informativos, una función primordial de la atención es la **selección**, en cuya virtud se enfoca determinado escena u objeto, siendo otros momentáneamente ignorados o excluidos. Por tanto, atender a algo significa activar los procesos cognitivos en determinada dirección, selectivamente, con concentración en cierto conjunto de estímulos informativos o actividad específica. Por tanto, la *activación* como función primaria de la atención está vinculada a la función *selectiva* de la misma.

Diversas fuentes de estimulación pueden estar simultáneamente presentes: el ruido de un avión, la baja temperatura ambiente, la lluvia sobre los cristales, una canción en la radio, la expresión de una persona o los titulares del periódico que se halla sobre la mesa. Las personas atienden *selectivamente* a uno de dichos estímulos sensoriales, descartando los restantes, por el momento. La atención es, pues, responsable de la elección o selección de aquello que, en cada situación, será efectivamente procesado, evitando una obstructiva sobrecarga en el procesamiento de la información. (Styles, 2000).

Si intencionalmente se presta atención, intensa y persistente, a una conversación telefónica, apenas se procesan algunos rasgos sensoriales de las expresiones de una persona cercana, como su timbre de la voz o acaso algunas palabras aisladas. Esto es, alcanzado el límite de la capacidad, recursos disponibles o esfuerzo mental, lo demás es descartando, por el momento, lo que supone elección o selección. Evidentemente, la elección de algo conlleva la des-elección o derrelicción de lo demás. Hasta alcanzar ese límite, es posible, en ciertas condiciones, dividir o distribuir la atención entre más de una actividad o estímulo informativo, simultáneamente procesados, siendo la práctica un factor primordial en el desarrollo de esta habilidad, como se verá más adelante.

En la institución escolar y fuera de ella, llegan constantemente al individuo diversos estímulos, potencialmente informativos: imágenes, palabras, sonidos, olores, etc. susceptibles de que extraiga información de los mismos, si son atendidos y cognitivamente procesados. Por la focalización de la atención, determinados estímulos o configuraciones estimulares se perciben de forma clara, incrementándose la *conciencia* respecto de los mismos; mientras que otros pueden ser atendidos de modo marginal, siendo más difusa o vagamente percibidos; pasando inadvertidos los restantes.

Las personas disponen de la capacidad de cambiar la atención de un estímulo, objeto, escena o actividad a otra, de modo deliberado y *consciente*, por lo que el procesamiento de la información parece estar bajo el propio control y no únicamente motivado por el estímulo. Sin embargo, junto al procesamiento cognitivo atento, consciente, controlado por la atención, otro tipo de procesamiento se realiza de modo no consciente o automático. (García Sevilla, 1997).

La activación de procesos cognitivos focalizados o enfocados selectivamente a determinado aspecto de la realidad o su representación, constituye una condición indispensable para un efectivo aprendizaje específico. En el ejercicio de la docencia, una permanente preocupación concierne a la atención de los alumnos a la realización de la tarea y procesamiento de la información que reciben, conociendo bien los profesores los efectos sobre el aprendizaje de las deficiencias de atención, transitorias o duraderas.

Además de los aspectos *extensivos*, concernientes a la amplitud de lo atendido y su reducción por la función selectiva; es preciso analizar también los aspectos *intensivos* que la atención entraña, como *intensidad* y *persistencia*, estrechamente relacionadas entre sí. La atención implica concentración de mayor o menor *intensidad*, siendo más o menos *persistente* o duradero el enfoque del estímulo informativo o actividad. Buen ejemplo de atención intensa y persistente es la concentración de niños y adolescentes ante la pantalla de juegos electrónicos, con evidente activación o alerta respecto de los procesos de percepción y la acción, con notoria inhibición a otros estímulos del entorno. El modo en que el sujeto se *centra* y activamente se *concentra* en algo pone de manifiesto la intensidad de la atención.

Con el término ***intensidad*** se alude al grado de atención prestada. Un alto grado supone mayor activación y se manifiesta en el nivel de *concentración* en determinados estímulos o actividades, con inhibición respecto de lo demás.

La ***persistencia***, habitualmente ligada a la intensidad, se refiere a la duración o continuidad de la atención en el objeto o la tarea, correspondiendo a la denominada *atención sostenida*. La breve duración, con cambios frecuentes indica una atención **oscilante**, que afecta a la efectividad del aprendizaje. Puede ser síntoma de una significativa deficiencia, como en el caso de los sujetos con el síndrome de deficiencia de atención, que se describirá posteriormente.

La *persistencia* de la atención del aprendiz es, pues, un importante factor en cualquier situación de aprendizaje, basada en exposiciones orales, en presentaciones visuales, actividades manipulativas o actividades de descubrimiento guiado, en el laboratorio, el aula o el campo. Los docentes disciernen fácilmente cuándo decae la atención prestada y cómo el estado de inquietud de los escolares advierte de los efectos de la fatiga, de notoria incidencia en la atención.

En el aprendizaje, la atención se produce, pues, con grados distintos de *intensidad* y *persistencia*. Atención *intensa* significa lo opuesto a atención *superficial*

y difusa. Atención *sostenida* es lo opuesto a atención inestable, inconstante u *oscilante* de unos estímulos a otros. En efecto, el aprendiz puede decidir prestar atención a un objeto u otro, seguir atendiendo al mismo o pasar a atender a otro, estando, pues, la atención controlada por el sujeto. Sin embargo no siempre ocurre de este modo, por lo que se alude, aunque, a veces, con escasa precisión, a atención intencional o voluntaria y a atención automática o involuntaria.

En la atención influyen distintas *variables* o *factores*, externos e internos, favoreciendo, o no, la activación, enfoque, concentración y persistencia en determinados objetos, escenas, hechos o tareas. Unos factores conciernen al objeto y otros al sujeto, siendo decisivos los vínculos o relaciones entre unos y otros. Se señalan como factores *externos* de la atención los concernientes a la configuración y las cualidades o propiedades del estímulo informativo u objeto, como tamaño, posición, fondo circundante, diferenciación, contraste, luminosidad, intensidad, novedad, cambio o movimiento, etc.

Entre los factores *internos*, concernientes al sujeto, cabe señalar las expectativas, motivos e intereses personales, incluyéndose la curiosidad como motivación biopsíquica, cuan impulso natural a la exploración del entorno Como ya se ha señalado, en el ámbito de la neurología y la psicología cognitiva se asigna un significativo relieve al *arousal*, como base fisiológica en la activación e intensidad de la atención.

Las *expectativas* del alumno, como aprendiz, son un importante factor en la función activadora y selectiva de la atención. Lo esperado, como componente anticipatorio, incide en lo presente o actual, influyendo significativamente en la atención, así como en la percepción y la cognición en general.

Son de una notoria relevancia las relaciones entre la índole, configuración y características del estímulo, por una parte, y las experiencias previas o saberes y disposiciones actuales del individuo, por otra. Tales vínculos entre objeto y sujeto se concretan en los llamados factores *colativos*, bien estudiados, desde perspectivas diversas, primero por Berlyne (1960) y después por Kahneman (1973).

La atención depende, pues, del objeto, del sujeto y de sus mutuas relaciones, influyendo decisivamente el significado del estímulo, en relación con los intereses, expectativas y experiencias previas del sujeto, así como la situación o el contexto. En la focalización, mantenimiento de la atención y constancia del esfuerzo es, pues, decisivo el significado de los estímulos informativos y sentido de la tarea para el aprendiz; siendo poco probable la persistencia de la atención del alumno respecto de contenidos carentes de significado, que no comprende, o tareas de las que no advierte su sentido.

Pero, ha de añadirse la importante influencia que puede ejercer la acción docente, particularmente mediante las estrategias de motivación discente. Repárese en que la motivación es una forma de activación. Aunque atención y motivación

sean fenómenos teóricamente diferenciables; sin embargo, en el orden operativo, la intencionalidad básica de la motivación es activar, enfocar y mantener la atención en lo que es relevante para el aprendizaje actual o ulterior.

Congruentemente con la naturaleza de la atención, la acción docente comporta también una función *selectiva*, respecto de lo más relevante de los contenidos curriculares y su secuencia. Vale la pena destacar la importancia de hacer explícitos los *propósitos o intencionalidades*, de modo que el alumno sea consciente de los verdaderos objetivos del propio aprendizaje, que confieren sentido al trabajo y comportamiento escolar. Prolijas exposiciones pueden propiciar que resulte difícil para el aprendiz captar el eje del discurso docente, la línea argumental y sus secuencias, sin comprender hacia dónde se camina, qué se espera de él, cuáles han de ser los resultados, qué ha de ser fundamentalmente atendido procesado y retenido. Sintiéndose extraviado, el estudiante puede terminar "desconectando", para decirlo con la propia expresión de los adolescentes actuales.

Con el propósito de focalizar la atención, se postula la inclusión en el decurso de la acción docente de ciertos tipos de preguntas específicas, denominados "cuestiones adjuntas", como *interrogantes* explícitos y directos al inicio y en el transcurso de la exposición; no solo en su conclusión. También los propios textos escolares, con el propósito de enfocar la atención del aprendiz, emplean dichos interrogantes respecto de datos de particular relieve, hechos significativos, conceptos sustanciales y sus relaciones. La investigación didáctica ha mostrado que los interrogantes previos al desarrollo de la unidad de aprendizaje resultan particularmente efectivos en lo concerniente a hechos y conceptos concretos; mientras que los formulados posteriormente muestran cierta superioridad en lo relativo a aspectos generales, comprensión global y captación de relaciones. (Hamaker, 1986; Lorch, 1995).

Cabe igualmente mencionar las habituales señales o indicaciones docentes destacando la relevancia del contenido, bien implícitamente mediante la *redundancia* o reiteración en forma distinta de determinado contenido, bien *resaltando* explícitamente su importancia, hasta el anuncio de su inclusión en inmediatas pruebas de evaluación. Pero, el eje sustancial viene dado, en gran medida, por la propia estructura de la unidad didáctica o curricular.

Los docentes experimentados recurren a distintas modalidades de comunicación no-verbal para destacar aspectos relevantes y canalizar la atención discente en la dirección apropiada. A tales efectos emplean la modalidad *paralingüística* con factores temporales (pausas o silencios intencionales, cambios de ritmo) y manifestaciones vocálicas (intensidad, tonos, acentos) e incluso vocalizaciones expresivas (suspiros, carraspeos, sonrisas). Asimismo utilizan la modalidad *kinésica* que comprende posturas corporales, movimientos de las manos, gestos, expresiones faciales o el contacto visual mediante la dirección y persistencia de la mirada o desviándola.

Por último, la modalidad *proxémica* incluye el uso del espacio, con intencional alejamiento o aproximación a los alumnos o alguno de ellos.

En las *exposiciones escritas*, contribuye a dirigir y focalizar la atención del aprendiz la utilización de variaciones textuales como tamaño y tipos de las letras (negrita, cursiva, subrayado), entrecomillados, colores, notas a píe de página, preguntas adjuntas en el texto, etc. como señales que resaltan la importancia de la información. Con la misma intención se emplean ciertos elementos gráficos, como flechas, bordes envolventes, encuadrando fragmentos de especial relevancia, etc. Pequeños rótulos dentro de determinadas partes o elementos de la imagen o representación gráfica favorecen la atención prioritaria a los mismos, evitando el análisis trivial de la imagen o la atención a elementos secundarios de la misma. Con este propósito en ciertas imágenes esquemáticas se suprimen detalles o elementos informativos, según el nivel alumno. (Hidi, 1995).

Las *exposiciones audiovisuales* emplean sus medios típicos, como iluminación, efectos de sonido, cambios de ritmo, fundidos, encadenados, desvanecimientos, etc. para activar, focalizar y mantener la atención en los contenidos relevantes.

La **distracción** se entiende como el aspecto negativo de la atención. El aprendiz deja de atender a determinados estímulos informativos para atender y procesar otros. Desatiende la exposición docente, actividad o tarea, en tanto que focaliza la atención en otro asunto, acaso de su mayor interés en el momento presente, afectando directamente a la efectividad del aprendizaje.

En el sujeto despierto siempre hay algún grado de activación en el enfoque de determinados estímulos. La atención actúa de modo continuado, aunque con diversos modos y grados de consciencia, estabilidad e intensidad. Vulgarmente se dice que el "sabio" está despistado, en cuanto que no presta atención a determinados hechos, estando más intensamente concentrado en otro tipo de cuestiones de su interés. ¡Esta atendiendo a otra cosa!

Cuando un estudiante no atiende a los estímulos docentes se dice también que está "despistado", en cuanto que no sigue esa *pista*, por hallarse en la pista de otros; está "empistado" en otra cosa, atendiendo a otros estímulos. Una de las funciones sustanciales de la acción docente consiste en contribuir a que el alumno, como aprendiz, siga la pista pertinente, reconduciéndole a la misma, en la dirección a los objetivos del aprendizaje. Pero, no siempre resulta tarea fácil, se trate del niño, con atención poco estable, o del adolescente, frecuentemente atraído por su emergente riqueza interior.

El *síndrome* de ***déficit de*** **atención** constituye la manifestación más palmaria y aguda de distracción reiterada. Se trata de un problema de atención sostenido o falta de persistencia de la atención, con notorios efectos en el aprendizaje y el comportamiento escolar. Constituye un caso típico de problemas de la atención, calificándose corrientemente a estos alumnos como "distraídos e inquietos", afectando a

un porcentaje de la población escolar comprendido entre el 3 y el 5%, con mayor frecuencia en los varones. Considerado como trastorno evolutivo, se manifiesta antes de los siete años, se prolonga en la adolescencia, pudiendo incluso alcanzar la vida adulta, aunque atenuado, particularmente en lo concerniente a la impulsividad. (Pascual-Castroviejo, 2004).

Los alumnos con este síndrome tienen notorias dificultades para mantener la atención en el estímulo informativo, tarea o actividad pertinente. Apenas logran terminar las tareas escolares ordinarias y muestran evidentes dificultades en el aprendizaje, con un limitado rendimiento escolar, aunque en grados diferentes.

Este problema de la atención ha sido ampliamente estudiado, especialmente en el último decenio, en el ámbito de la pedagogía, psicología, psiquiatría, neurología y neurología pediátrica. Inicialmente se destacaba la excesiva actividad motriz del sujeto, ligando hiperactividad y dificultades para mantener la atención, incluyendo a quienes presentaban tal sintomatología bajo la denominación general de sujetos hiperactivos.

Actualmente en el denominado trastorno de *déficit de atención con hiperactividad* (TDA/H) se tiende a diferenciar dos tipos. En uno se destacan las deficiencias de atención y en el otro la predominancia de la hiperactividad y la impulsividad. (Brown, 2006).

Incluso se han propuesto tres conjuntos de criterios diagnósticos: uno referido a la deficiencia de atención, otro a la hiperactividad y un tercero a la impulsividad, aunque no resulta fácil aislar sus respectivos síntomas. Los más comunes a la *deficiencia de atención* se manifiestan en el desorden y carencia de organización, las dificultades para seguir pautas en la realización de la tarea y comportamiento, la tendencias al cambio constante de actividad, dejando sin completar la mayoría, la precipitación en la respuesta y errores frecuentes. En general, el acontecimiento más reciente atrae su atención, rehusando, por otra parte, las actividades que requieren un esfuerzo mental sostenido. Los síntomas de la *hiperactividad* se manifiestan en la inestabilidad corporal, con evidente propensión a estar en movimiento, levantándose frecuentemente del asiento, tendencia a tocarlo todo, moviendo pequeños objetos en las manos mientras hablan o escuchan. La *impulsividad* de manifiesta principalmente por actitudes y acciones caracterizadas por la impaciencia y la precipitación. (Benavides, 2005).

En el orden etiológico se considera que las causas del *trastorno de déficit de atención con hiperactividad* están vinculadas a alteraciones en el sistema nervioso central. Las conclusiones de la investigación más reciente indican que determinadas alteraciones en el equilibrio entre los neurotransmisores del cerebro inciden en estos tipos de comportamiento. Concretamente, se atribuye a un desequilibrio debido tanto al exceso de dopamina en el cerebro, como a la deficiencia de serotonina. Durante años se ha creído que la base biológica era la dopamina, uno de los neuro-

transmisores más importantes del sistema nervioso. Como tratamiento se vino aplicando, paradójicamente, un psicoestimulante, el metilfenidato, por considerarse que actuaba en el cerebro estimulando la dopamina. Posteriormente la investigación se ha centrado en la serotonina, optándose por un antidepresivo, la fluoxetina, con efectos más favorables que el tratamiento anterior. Pero, se han formulado notables críticas respecto de posibles abusos en el tratamiento a base de fármacos. (Parasuraman, 1998).

Por otra parte, se ha señalado que, como problema educativo, debe tratarse en el marco educativo, escolar y familiar, comenzando por el análisis de los efectos atenuantes o agravantes que puedan ejercer ciertos elementos del sistema escolar y utilizando determinadas técnicas de modificación conductual. Los experimentos realizados indican que los resultados más favorables para reducir la hiperactividad e impulsividad y mejorar la atención se logran mediante una combinación de fármacos y psicoterapia, con seguimiento psicopedagógico y apoyo escolar. (Polaina-Lorente y Ávila, 1999).

El seguimiento y apoyo en el ámbito escolar requiere medidas adaptativas, individualizadas, que canalicen la propia energía personal mediante procedimientos que requieren actividades motrices, como el subrayado selectivo de los textos, asignación de funciones de colaboración en gestión en el aula, biblioteca, laboratorio, actividades deportivas, etc. En bastantes casos, se trata de niños o adolescentes cuyas capacidades intelectuales les permitirían alcanzar un notable o incluso destacado progreso escolar con la aplicación del adecuado tratamiento pedagógico individualizado.

4.2. Atención y selección: filtro selectivo

La función selectiva de la atención es una propiedad definitoria de la misma, que deviene de la limitación de capacidad humana. Puesto que no resulta posible atender eficazmente varias cosas al mismo tiempo, con la intensidad y persistencia conveniente, se hace necesaria la reducción en la multiplicidad de los estímulos que inciden en los sentidos o receptores sensoriales.

En las distintas teorías de la atención, que se han sucedido en la segunda mitad del siglo XX, se halla siempre presente la índole limitada de la capacidad en el procesamiento de la información; aunque difieran en la interpretación y explicación de la misma. Según las teorías de la atención como *filtro selectivo*, la limitación se debe a la naturaleza o estructura del canal único por el que fluye la información y por el que compiten los múltiples estímulos informativos.

Según la teoría de la atención como *asignación de recursos*, la limitación se debe a que los recursos mentales disponibles son limitados, de modo que si una actividad o procesamiento cognitivo absorbe la totalidad de la energía mental o recur-

sos disponibles, entonces no se podrá atender y procesar más estímulos informativos o realizar actividad simultánea alguna. (Kahneman, 1973).

Las teorías de la atención como ***filtro selectivo*** la describen como una especie de *filtro* o mecanismo mental selectivo de estímulos, entre la multiplicidad de los que inciden en los receptores sensoriales. La *selección* hace posible un efectivo procesamiento cognitivo, evitando una sobrecarga obstructiva, saturación o caos perceptivo. Los estímulos que superan ese filtro mental, que son los seleccionados, fluyen sucesivamente para ser procesados de modo completo, en cuya virtud el objeto es reconocido y categorizado, perdiéndose los estímulos no seleccionados.

En general, se supone que la atención va desde las propiedades físicas o características sensoriales de los estímulos, más simples, superficiales y fáciles; hasta sus características significativas o semánticas, más complejas, profundas y difíciles.

¿En que momento del procesamiento se produce esa reducción del flujo de la información entrante? La respuesta a esta cuestión da lugar a dos modelos dentro de la teoría de la atención como filtro selectivo: modelo de *selección temprana*, que sitúan la actuación del filtro justo en el momento en que las sensaciones inciden en los receptores sensoriales, vista u oído, y modelo de *selección tardía,* en que ésta se sitúa en un momento ulterior del proceso perceptivo, ya en la memoria de trabajo o memoria operativa.

Según el modelo de filtro de ***selección temprana***, ésta se realiza inmediatamente, tan pronto como los estímulos inciden en los receptores sensoriales, donde son automáticamente registrados (registros sensoriales) y muy brevemente retenidos, unos milisegundos, en la muy efímera memoria sensorial, aunque amplia y exacta respecto de los estímulos originales. Sólo las propiedades o características de los estímulos inicialmente seleccionadas, que superan el filtro, fluyen sucesivamente, en serie, por el canal único. Lo que no pase el filtro selectivo se desvanece, sin ser codificado a nivel alguno, explicando así el estrechamiento o cuello de botella que se produce en el procesamiento de la información.

A su vez, el modelo de atención selectiva como filtro de índole *temprana* difiere en lo concerniente a la naturaleza del filtro selectivo, concebido bien como un *filtro rígido*; bien como *filtro atenuado* o flexible. En el primer tipo, la selección se basa en las características físicas o sensoriales; mientras que el segundo incluye también algunas características semánticas o de significado.

1. Según el modelo de *selección temprana como* ***filtro rígido***, en el inicial *registro sensorial*, se detectan instantánea y automáticamente (análisis de pre-atención) las *características sensoriales* o *propiedades físicas* (timbre, intensidad, etc.) de los estímulos, en que se basa la selección, sin que inicialmente intervengan rasgos significativos o *semánticos.* Esas elementales características sensoriales de los estímulos seleccionados fluyen a través del

canal único, de capacidad limitada, análogo a una línea telefónica, para el posterior procesamiento perceptivo completo, que comporta el reconocimiento y categorización del objeto.

En la investigación sobre la atención selectiva, concerniente a la selección de los estímulos auditivos o mensajes orales (modalidad auditiva), se ha empleando la técnica de "*escucha dicótica*". Utilizando auriculares estereofónicos, el sujeto presta atención continuada al mensaje recibido en el oído o canal atendido, repitiéndolo en voz baja. Al otro oído, no intencionalmente atendido, llega simultáneamente estímulos auditivos u otro mensaje diferente. Aunque los estímulos lleguen simultáneamente, el filtro único opera sucesivamente, en serie, sobre los *registros sensoriales* correspondientes al oído atendido; mientras que los recibidos en el otro oído se desvanecen rápidamente de la lábil *memoria sensorial.*

La rigidez de filtro se manifiesta, pues, en que *toda* la estimulación sensorial que pase tal filtro inicial será ulteriormente procesada perceptivamente extrayéndose el significado; mientras que *nada* de lo interceptado será procesado. Se trata, pues, de un filtro temprano, de naturaleza rígida e índole binaria: *pasa/no-pasa* y *todo/nada*, (Broadbent, 1958).

Pero, se comprobó empíricamente en la escucha dicótica que también del canal u oído desatendido se captaban automáticamente ciertas características físicas, acústicas, superficiales, como tono y timbre, ya que los sujetos discriminaban entre un simple ruido y una voz humana, así como entre una voz de varón o de mujer (Cherry, 1953).

La detección de estas rudimentarias características indicaba una *automática* captación inicial (*pre-atención*) de lo sensorialmente registrado sin la actuación del filtro selectivo o atención propiamente dicha. Aunque Moray comprobó que los sujetos no detectaban, en el oído desatendido, los cambios de idioma (de inglés a alemán); sin embargo descubrió que frecuentemente detectaban algo que tuviese *significado*, como el propio *nombre*, en el oído inicialmente desatendido. (Moray 1959; Wood y Cowan, 1995).

Es lo que ocurre cuando una persona participante en una conversación percibe que su propio nombre ha sido pronunciado en un grupo cercano. Para Broadbent, la apariencia de que se puedan procesar paralelamente estímulos de dos fuentes de información, como dos conversaciones, se debe a la habilidad para cambiar rápidamente de una a otra, aunque esta posibilidad disminuye drásticamente a medida que se incrementa la complejidad de la información. En todo caso, diversos experimentos pusieron de manifiesto que el modelo de filtro de Donald Broadbent conllevaba una notoria simplificación en la explicación del funcionamiento de la atención humana. (Kelloggs, 2003).

2. El modelo de *selección temprana como **filtro atenuado***, difiere del anterior aduciendo que no se descartan totalmente los estímulos sensoriales procedentes del canal u oído inicialmente desatendido, que pueden también ser procesados, aunque de modo *atenuado* o reducido. Por tanto, al no ser enteramente impedido (filtrado) su paso, alguna parte o aspectos pueden participar, de algún modo, en el procesamiento de la información. Efectivamente los estímulos auditivos se detectan pronto o tempranamente por sus características físicas o acústicas (intensidad, timbre); discriminándose inicialmente también ciertos estímulos lingüísticos y algunas características semánticas. (Treisman, 1960).

Por tanto, el significado puede intervenir ya en la selección temprana, particularmente cuando la información es especialmente relevante para el sujeto, como ocurre cuando una persona, con la atención concentrada en el propio grupo de conversación, percibe que su propio nombre ha sido pronunciado en otro grupo de personas. Otras palabras de significado relevante también pueden producir análogo efecto.

Asimismo, Anne Treisman comprobó que, en una tarea de escucha dicótica, cuando el mensaje significativo se cambiaba al oído inatendido, los sujetos pasaban, inconscientemente, a atender a este segundo canal, (algún conocimiento debían tener de las entradas en el mismo) lo que indica la importancia del *significado* también desde la perspectiva de la función selectiva de la atención. Esto es, los sujetos atendían al contenido significativo del mensaje de esa otra fuente o canal. Por tanto, en la selección temprana de estímulos informativos entrantes, además de sus propiedades físicas o sensoriales, también pueden intervenir ciertas características significativas o semánticas; aunque la selección inmediata por las propiedades físicas requiere menor esfuerzo mental. Posteriormente Broadbent (1971) modificó su modelo en esta misma dirección.

Según el modelo de filtro de **selección tardía** *todos* los estímulos entrantes fluyen hasta la *memoria de trabajo* u *operativa* (activa y más duradera que la memoria sensorial), donde, en fase *posterior* del procesamiento, se selecciona la información en función de su significado y relevancia. Pero, la información que fluye hasta la memoria operativa, puede desbordar su limitada capacidad retentiva y operativa, produciéndose aquí el cuello de botella en el procesamiento cognitivo. (Deutsch y Deutsch, 1963).

En la memoria operativa o de trabajo se realiza, pues, una reducción de los elementos informativos con su análisis valorativo, excluyendo del foco de atención los más irrelevantes. Los elementos informativos así seleccionados son objeto de procesamiento subsiguiente, *elaborandose* la representación cognitiva más duraderas o se dispone la respuesta.

En un experimento de escucha dicótica, se comprobó que ciertas palabras presentadas en el oído inatendido influían en palabras semánticamente relacionadas (sinónimos) presentadas en el oído deliberadamente atendido, incrementando la latencia de la respuesta. Asimismo, se descubrió que determinadas palabras percibidas en el oído inatendido, aunque no podían ser recordarlas por los sujetos; sin embargo, contribuían a esclarecer el significado de frases semánticamente ambiguas —aunque sintácticamente correctas— recibidas en el oído atento. Esto es, los significados de aquellas palabras eran procesados, de modo implícito, no consciente, contribuyendo a la comprensión de esas frases semánticamente ambiguas. (Lewis, 1970; MacKay, 1973).

Aunque determinados estímulos entrantes pueden ser reconocidos por el valor de discriminación de sus propiedades físicas o características sensoriales, sin necesidad de un completo análisis de carácter semántico; en general, la selección tardía en la memoria operativa se basa tanto en las características sensoriales, como en las características *semánticas* o significado de los estímulos para el sujeto. Pero, el análisis semántico es más complejo, requiriéndose la concurrencia de cierto conocimiento previo, recuperado de la memoria semántica, para el reconocimiento y categorización del objeto.

Un alumno puede procesar simultáneamente el mensaje del profesor y ciertos aspectos del mensaje del compañero de pupitre, aunque con distinta efectividad, siempre que no sea muy densa la información de uno de los canales o cuando ambos mensajes se presentan lentamente. (Duncan, 1999).

Según el llamado *modelo de selección múltiple* puede producirse una selección temprana, basada en las más sencillas características sensoriales o físicas (timbre, intensidad, etc.) del estimulo informativo y una selección tardía que incluye análisis de sus características semánticas o significados. El modo de selección dependerá de la situación, requerimientos del procesamiento cognitivo, índole de la tarea específica e intencionalidad del sujeto. En este modelo multimodal se acentúa, pues, el carácter activo o protagonismo del sujeto, bastante restringido en la concepción de los modelos unimodales.

En definitiva, los resultados de las investigaciones han ido resaltando progresivamente la relevancia del *significado* en lo concerniente a la atención. Igualmente han puesto de relieve el carácter *activo* del sujeto, así como la influencia de las experiencias o conocimientos *previos*, como en los demás procesos cognitivos. En epígrafes sucesivos irá apareciendo el importante efecto de la *práctica*, también en el ámbito de la atención, comportando todo ello una notoria proyección pedagógica.

En la ***modalidad visual*** la función selectiva de la atención ha sido objeto de numerosas investigaciones en las últimas décadas, como las concernientes a los *modelos de foco*, las relativas a la *teoría de la integración de rasgos visuales* (Treisman, 1993), así como los experimentos sobre el *efecto Stroop*.

Los **modelos de foco** de la atención en la modalidad *visual*, que utilizan el símil de foco de luz o proyector luminoso, tienen ciertas analogías con los precedentes modelos de la función selectiva de la atención en la modalidad auditiva.

Según el modelo de *foco fijo*, la atención, como el foco de luz, realiza sucesivamente distintos enfoques en el campo visual. La limitación se manifiesta en que únicamente es atendido aquello que resulta enfocado. En el modelo de *foco de amplitud variable*, lo enfocado por la atención puede reducirse o ampliarse, análogamente al zoom de lentes regulables, variando según el grado del zoom aplicado, ampliando o reduciendo el ángulo de enfoque. El enfoque puede estrecharse concentrando la atención en un punto preciso, como al iluminar intensamente determinado objeto. También puede ampliarse, atendiendo a un ámbito más amplio, que comprende un conjunto de objetos o escena extensa. Existe una relación inversa entre la amplitud del campo de atención y la intensidad del enfoque; pues, a medida que aumenta la amplitud o cantidad de estímulos, la intensidad del foco de atención es más débil. Cuando se reduce la amplitud de la escena o cantidad de los estímulos informativos atendidos, es mayor la intensidad del enfoque. Los resultados de la experimentación ponen de relieve que la precisión de la percepción se debilita a medida que aumenta la cantidad de estímulos atendidos o "tamaño del cuadro" (Palmer, 1990).

La teoría de la ***integración de rasgos*** en la atención visual y procesamiento perceptivo se apoya en los resultados de los experimentos de búsqueda visual. (Treisman y Gelade, 1980; Treisman y Sato, 1990; Treisman, 1993; Palmer, 1999).

La búsqueda visual es analizada bien a nivel de *propiedad* o rasgo; bien a nivel de *objeto*. Imagine el lector una reunión informal de los profesores en un ágape de despedida al final del curso, en que entra el conserje buscando a uno de ellos. Repárese en las diferencias en la búsqueda visual según que se trate de encontrar a la profesora de cabello rubio (nivel de rasgo o propiedad) o bien a la profesora de matemáticas de 4º-B (nivel de objeto o ser especificado).

i. En la búsqueda visual en la escena, para la identificación de una propiedad o cualidad aislada (figura *roja*, cualquiera que sea su forma, tamaño, etc.) el registro sensorial visual de la cualidad se realiza automáticamente, sin apenas esfuerzo mental, ni consciencia del mismo. La "rojez" inmediata y automáticamente "salta a la vista", sin que influya el número de elementos de la escena. Para encontrar una letra *roja* no influye el número de letras, como tampoco el número de profesores en la reunión para localizar a la profesora que es rubia. La propiedad aislada o característica-objetivo de la búsqueda, como el color (figura *roja*) suele localizarse rápidamente Se trata de un procesamiento de bajo nivel cognitivo, con atención distribuida, procesándose simultáneamente las partes de la escena o su conjunto.

ii. En cambio, en la búsqueda visual para la identificación de un objeto en el que se combinan las diversas propiedades que lo configuran, sea la profesora de matemáticas de 4º-B (joven, morena, alta, sin gafas), sea la propia pelota, sea la X-mayúscula-roja en un cartel, implica una búsqueda controlada por la atención, que opera selectivamente, enfocando, uno tras otro, de modo serial los elementos de la escena y propiedades que configuran el objeto (color y volumen y forma y brillo, etc.). Se trata, pues, de un procesamiento controlado, no automático, cognitivamente más exigente, aumentando en dificultad y tiempo de procesamiento a medida que los objetos de la escena son más numerosos y complejos.

En los experimentos sobre el *efecto Stroop* se analizan las diferencias de tiempo en procesos como, por ejemplo, reconocer y nombrar colores en situaciones como las siguientes: a) El color de una pequeña mancha azul. b) El color de la palabra "rojo", pero escrita con caracteres de color "azul". En este segundo caso el color de las letras (azul) resulta incongruente con la denotación o significado de la palabra (rojo) por lo que se emplea más tiempo y esfuerzo para nombrar el color de la palabra-estímulo visual, ya que otro rasgo del estímulo —el significado de la palabra— distrae al sujeto, dificultando la operación de atención selectiva. McLeod (1997) arguye que, en virtud de la mayor práctica en lectura, las personas tienen más habilidad en leer palabras que en identificar y nombrar colores; por lo que el proceso más automatizado de la lectura interfiere con el proceso de seleccionar o atender al color.

4.3. Atención y asignación de recursos mentales. Atención dividida

La denominada teoría de la *capacidad cognitiva* o *asignación de recursos* se desarrolla en el último cuarto de siglo, complementando la precedente elaboración teórica sobre la atención. En esta concepción, además de los aspectos *selectivos*, se tienen especialmente en cuenta los aspectos *intensivos* de la atención, resaltando lo concerniente al esfuerzo mental en el ejercicio de la capacidad de atender. Es ilustrativo el titulo *Atención y esfuerzo* del libro de Kahneman. (1973, 1997).

En efecto, en los últimos años, ha prevalecido la idea de que la atención implica esencialmente asignación de recursos, describiéndose en estos términos: a) Todo procesamiento o actividad cognitiva requiere y consume recursos mentales. b) La atención implica asignación de recursos cognitivos, según las específicas exigencias o dificultades de la tarea. c) Los recursos mentales disponibles son limitados. Por tanto, cada actividad implica el consumo de una proporción mayor o menor de los recursos disponibles, de cuya asignación es responsable la atención.

La tarea de conducir en el centro una ciudad con tráfico denso requiere bastante atención o esfuerzo mental, demandando la asignación de una gran propor-

ción de los recursos mentales disponibles. En cambio, la tarea de conducir en una autovía con curvas suaves y escasa circulación entraña poca atención y esfuerzo, consumiendo una reducida proporción de los recursos mentales disponibles. Mantener una conversación sobre el tiempo metereológico tampoco requiere mucha atención o intensidad de esfuerzo. En consecuencia, las actividades de conducir por la autovía y conversar acerca del tiempo pueden realizarse simultáneamente, constituyendo un ejemplo de atención dividida o desdoblada. A cada una de ambas tareas se asigna una parte de los recursos cognitivos disponibles.

Sin embargo, si surgen problemas de tráfico, entonces aumenta la concentración o intensidad de la atención y proporción de recursos requeridos por la tarea de conducción, por lo que la conversación puede ser desatendida y probablemente reducida también la velocidad.

Análogamente si aumenta la densidad del contenido de la conversación (o discusión) al incluir los problemas químicos y biológicos del cambio climático, supuestamente producido por el hombre, entonces se incrementará la intensidad de la atención prestada a la misma, pudiendo comportar una reducción del rendimiento en la conducción.

Repárese análogamente en la incidencia que sobre la atención, esfuerzo mental o absorción de recursos cognitivos ejercen ciertas situaciones escolares de aprendizaje, como la concerniente a la densidad o ritmo de algunas exposiciones docentes, que pudiera requerir una reducción de su velocidad, entre otras cosas. En esta teoría de la atención, lo descrito precedentemente indica lo siguiente:

a. Distintos tipos de actividades o procesos requieren y consumen proporciones distintas de los recursos mentales disponibles.
b. La dosis de recursos requeridos por una actividad es variable o graduable, dependiendo del grado de complejidad, condiciones, situación o contexto en que se realiza.
c. Los recursos disponibles son distribuibles o divisibles, pudiendo repartirse entre más de una actividad, hasta alcanzar el límite de la capacidad.
d. Los límites ordinarios de la capacidad puede incrementarse, hasta cierto punto, según el nivel de activación alcanzada, en función de factores organísmicos y ambientales.

Un elemento informativo simple, tarea sencilla o situación intranscendente requiere y consume muy pocos recursos, sin apenas esfuerzo mental, con una baja intensidad de atención. Entonces es posible realizar simultáneamente, en paralelo, otra actividad. En cambio, una actividad complicada o procesamiento de estímulos informativos complejos implica mayor esfuerzo mental, demanda una gran proporción de los recursos y puede agotar todos los disponibles, absorbiendo toda la capacidad. Entonces, un nuevo estímulo no puede ser atendido, ni realizada simultáneamente una segunda tarea.

Aunque la capacidad o volumen de recursos mentales disponibles habitualmente tiene un límite; sin embargo, la flexibilidad de la atención humana hace posible que, en determinadas circunstancias, puede, hasta cierto punto, incrementarse la capacidad ordinaria, por el aumento del nivel de *activación*. A propósito, repárese en que, aunque diferente, la motivación es también una forma de activación.

Un llamativo ejemplo es el caso del animal que, vagando por el campo, percibe repentinamente la aparición de un depredador. Entonces experimenta un alto grado de grado de *activación* y máximo nivel de alerta, a la que subyace el fenómeno de activación organísmica (*arousal*). Análogamente, cuando una persona percibe o detecta una avispa en las proximidades, se genera un alto grado de activación y actitud de alerta, incrementándose la capacidad de concentración e intensidad de la atención.

Un cambio vigoroso o extremado de la situación implica activación y alerta. Por tanto, en ciertas circunstancias, la demanda de una tarea relevante puede, hasta cierto nivel, generar un incremento de la capacidad habitual del sujeto. El nivel de capacidad o volumen de recursos mentales es, pues, susceptible de incrementarse por virtud de la elevación del nivel de la *activación* mental, generando un estado de mayor potencial de atención. Es decir, a mayor nivel de *activación*, se incrementa la capacidad y rendimiento en la actividad; aunque, si se alcanza un nivel de sobre-activación, entonces desciende la curva de rendimiento. Varios estudios han puesto de relieve el efecto activador de una *señal de aviso*, incrementando momentáneamente el nivel de activación y estado de alerta, aunque su efecto es de breve duración.

La asignación de los pertinentes recursos mentales a estímulos entrantes corresponde a la operación denominada *política de asignación de recursos*, entendida como las estrategias o reglas aplicadas a atenderlos y procesarlos. En esta gestión de los recursos cognitivos operan las *intenciones* del sujeto, así como sus *disposiciones* o habilidades, de naturaleza permanente, para procesar ciertos estímulos, sea el propio nombre, sean determinados sonidos, colores, etc.

La gestión de asignación de recursos se adapta a la índole de la tarea o estímulos informativos entrantes, realizándose un ajuste al nivel de profundidad necesario para atender y procesar el estímulo, de tal modo que, si para atender un mensaje basta con su análisis sensorial, entonces no se realizará el análisis de las características semánticas, más complejo, que requiere más recursos o esfuerzo.

Obviamente, la atención a elementos informativos secundarios o ajenos al objetivo sustantivo reduce la efectividad del procesamiento. Es decir, la eficiente atención a una conversación, explicación u observación requiere no distraer o detraer recursos mentales del objetivo sustancial, por prestar atención a elementos irrelevantes o ajenos a la misma, lo cual constituye una forma de distracción.

Este modelo de atención como *asignación de recursos cognitivos* resulta más abierto, flexible y dinámico que los precedentes modelos de *filtro mental selectivo*. Se conciben de otra manera la índole de la limitación, la forma de selección y el

modo de evitar la sobrecarga. La limitación de la capacidad no deviene de la estructura o naturaleza del canal, sino de la energía o recursos disponibles. La distinta asignación de recursos cognitivos a un estímulo informativo o actividad específica viene a suponer una forma de selección y, por último, aunque *limitados*, los recursos cognitivos son *variables, regulables* y *distribuibles.*

Los resultados de los experimentos realizados en el marco de la teoría de la atención selectiva como filtro son, pues, reinterpretados en el ámbito de la teoría de la capacidad o asignación recursos. Se entiende ahora que los resultados obtenidos en la tarea de escucha dicótica, lo que podían estar reflejando es la nula o escasa proporción de recursos cognitivos asignados al canal auditivo secundario. El esfuerzo de seguimiento del mensaje en el canal u oído intencionalmente atendido absorbía tal proporción de los recursos mentales, que apenas quedaba alguno para atender a los estímulos en el canal u oído desatendido. Por consiguiente, en la explicación de las matrices de la atención humana, la teoría de la capacidad cognitiva subsume los hallazgos de las precedentes investigaciones realizadas en el marco de la teoría de la atención como filtro selectivo. (Kellogg, 2003).

La ***atención dividida*** o desdoblada entraña un destacado valor funcional. Para iniciar su análisis acaso resulte interesante recordar que los adversarios de cierto político le atribuían falta de capacidad para bajar las escaleras y mascar chicle simultáneamente; debiendo cesar en una de ambas tareas mientras realizaba la otra. El sarcasmo y la hipérbole resultan evidentes, además de incongruentes con la capacidad de la atención humana. La teoría de la capacidad o asignación de recursos está en la base de la explicación de la atención dividida, desdoblada, repartida o distribuida, en la cognición y la acción humana, como posibilidad de atender, en determinadas condiciones, a más de una tarea o flujo de información. (Duncan, 1993).

Como se indicó anteriormente, es posible realizar dos tareas simultáneamente, como conducir un automóvil y seguir una conversación con el acompañante o conducir y escuchar un casete de inglés. La teoría de la asignación de recursos explica, pues, que es posible atender simultáneamente a dos tareas siempre que ninguna de ambas, por sus naturales exigencias, alcance los limites de la capacidad, absorbiendo la totalidad de los recursos disponibles por el sujeto. Cuando se incrementa la dificultad de una actividad, hasta alcanzar los límites de la capacidad, absorbiendo los recursos mentales disponibles, entonces se atenúa o desaparece la atención a cualquier otra actividad. (Pashler y Johnson, 1998).

En la década de los setenta se iniciaron una serie de trabajos experimentales, utilizando el procedimiento de tarea-dual, en que los participantes simultaneaban dos actividades. (Allport, 1980).

La primera tarea consistía en seguir auditivamente, a través de los auriculares, un relato oral (modalidad auditiva). La segunda consistía en una tarea de percepción de imágenes de escenas o bien la lectura de signos musicales (modalidad visual),

ejecuciones al piano o la copia mecanográfica de textos, que incluye actividad motórica. Pues bien, el rendimiento alcanzado en cada una de ambas tareas realizadas simultáneamente no difería sensiblemente del logrado en la realización sucesiva de cada una de las mismas en tiempos distintos (tarea única). Los resultados experimentales indicaban que las dos tareas simultáneas (auditiva y visual) no se interferían, ni los estímulos competían entre sí, infiriéndose que operaban mecanismos diferentes en una y otra modalidad sensorial. Esto es, *modalidades sensoriales* distintas operan como procesadores específicos de los respectivos estímulos informativos sin competir entre si, ni interferirse (*canales múltiples*).

Pero, también se comprobó que, cuando los estímulos informativos entrantes eran de la misma modalidad sensorial (ambos auditivos), entonces se interferían, afectando al procesamiento, cuyo nivel de rendimiento descendía drásticamente. Así, pues, atender a la explicación docente y atender a lo expresado por el compañero de asiento, ambas de la modalidad auditiva, compiten y se interfieren entre sí.

Es posible, por tanto, el procesamiento simultáneo, en paralelo, de estímulos informativos de distintas modalidades sensoriales (visual y auditiva), sin interferirse sus respectivas operaciones, mostrando la capacidad de la atención para desdoblarse, dividirse o distribuirse entre más de una tarea o fuente de información. En las actividades ordinarias son frecuentes las situaciones en que se atiende simultáneamente a dos fuentes de información de distinta modalidad sensorial, como leer un periódico (visual) al mismo tiempo que se escucha la V sinfonía de Beethoven (auditiva).

Pero, una sola tarea por su complejidad o circunstancias, pueden requerir atención intensa, persistente, esfuerzo voluntario y consciente, sin posibilidad de atender a otra tarea simultánea, por absorber la primera los recursos mentales disponibles. Cuando se complica la circulación, el conductor concentrará la atención en esta actividad, desatendiendo la conversación con el acompañante. Si en la lectura del periódico se encuentra una información especialmente relevante, el lector concentra su atención en la misma, atenuando o anulando la atención a la V de Beethoven, aunque siga sonando.

Es frecuente la atención simultánea a estímulos de diferente modalidad sensorial, concurrentes en el mismo objeto o contenido, como prestar atención a la explicación docente (auditiva) y atender lo escrito en la pizarra mural o imágenes que aparecen en la pantalla (visual). La utilización de los audiovisuales o multimedia constituye un claro ejemplo de estas situaciones. Un caso típico en la educación secundaria y predominante en etapas posteriores es la situación de mayor complejidad en que los alumnos, además de atender al mensaje docente (auditivo y visual), simultáneamente escriben (motórica) notas o apuntes selectivos o sintéticos, sin dejar de atender también a las inmediatamente subsiguientes secuencias docentes. Ciertamente, tales tareas simultáneas convergen en un mismo contenido o conjunto significativo, vinculado a experiencias y saberes previos. Sin embargo, en esta

situación de tarea múltiple, gravita sobre el estudiante la posibilidad de sobrecarga mental en la memoria de trabajo, que puede dificultar o impedir el normal procesamiento cognitivo y correspondiente aprendizaje. En ello influyen distintos factores, como la complejidad o densidad del contenido y el ritmo o *tempo* de la exposición docente, pues el procesamiento cognitivo del aprendiz requiere tiempo, aunque algunos procesos se expresen en milisegundos.

En efecto, se puede dibujar con carboncillo mientras se escucha una canción de los Beatles, al tiempo que se saborea un caramelo de naranja y se percibe el aroma de eucaliptos próximos. Pero, no se puede resolver un problema de álgebra lineal y atender simultáneamente a un documental televisivo.

En resumen, las posibilidades de la atención desdoblada o dividida se basan en la capacidad o recursos cognitivos disponibles. Se puede atender, al mismo tiempo, a dos actividades cuando se trata de fuentes o modalidades sensoriales distintas. También se puede realizar una doble tarea, cuando una de ambas actividades ha sido automatizada. A un mejor aprovechamiento de los recursos mentales disponibles contribuye que ciertos procesos controlados por la atención se *conviertan* en procesos automatizados, en lo que desempeña un papel sustancial la práctica o ejercicio persistente.

4.4. Procesos controlados y automatizados

La diferenciación de *procesos controlados* o atentos y *procesos automáticos* entraña la consideración del control ejercido por la atención, siendo el grado de *consciencia* un importante aspecto implicado en la atención, de notoria relevancia y evidente complejidad. (Cowan y Wood, 1997).

El estudiante que presta atención al color de un precipitado químico puede, a requerimiento del compañero, pasar a prestar atención a determinado mineral, decidiendo cambiar su atención de un estímulo a otro. Pero, puede decidir, por el contrario, ignorar el requerimiento del compañero. Por tanto, atiende a una cosa u otra, de modo que la atención controla el proceso cognitivo de la percepción. El individuo ejerce pues un control consciente en virtud de la atención prestada.

Pero, no todos los estímulos procesados acceden a la *conciencia*, produciéndose también un procesamiento de naturaleza inconsciente, sin intervención de la atención. Así, un joven decide, de modo consciente y voluntario, montar en su bicicleta; pero, en el transcurso de la marcha, realiza automáticamente operaciones sin consciencia de las mismas.

Un estudiante esta concentrado en el estudio del soneto, sin conciencia de la temperatura interior, ni de la lluvia exterior. Pero cuando la temperatura alcanza determinado nivel o súbitamente arrecia la lluvia, dichos fenómenos se hacen claramente conscientes, siendo deliberadamente atendidos y, momentáneamente,

desatendida la actividad de estudio. En virtud de ciertas variaciones en sus propiedades, los estímulos son deliberadamente atendidos, haciéndose conscientes, de tal modo que al grado de consciencia alcanzado corresponde el nivel de análisis del estímulo informativo.

Funcionalmente, la atención, como manifestación de la conciencia, es un mecanismo por el que se ejerce, en grado distinto, un control intencional sobre la cognición y la acción humana. En su virtud, se distingue entre un procesamiento consciente y un procesamiento automático, no consciente, con la denominada *inhibición de la conciencia*. (Fdez. Trespalacios, 2004).

La persona que se inicia en el aprendizaje de la conducción de vehículos, atiende de modo intencional y consciente a las, para él, complejas operaciones de observación de las cambiantes condiciones del itinerario, giros del volante, cambios de marcha, etc. Se trata, pues, de una actividad consciente, controlada por la atención, tal que las deficiencias en la atención conllevan deficiencias en la acción.

Posteriormente, convertido en conductor experto, como consecuencia de una práctica prolongada, realizará esas operaciones de modo automático, sin apenas requerir esfuerzo, lo que le permite prestar atención simultáneamente a la conversación con el acompañante o información deportiva en la radio, en un doble procesamiento o tarea dual.

Sin embargo, cuando la circulación se complica, el conductor concentra la atención en esa tarea, que recobra las características de proceso deliberadamente consciente y atentamente controlado. Por tanto, el mismo tipo de actividad puede realizarse de modo automático, con ínfima o nula consciencia, o bien de modo deliberado y consciente, con cierto nivel de esfuerzo mental, intensidad y persistencia de la atención.

El análisis de los *procesos cognitivos controlados o atentos* y de los *procesos automatizados o automáticos* tiene un especial relieve en el estudio de la atención y un destacado significado en el ámbito didáctico.

¿En que consisten tales procesos? ¿Cómo se convierten los procesos controlados en procesos automatizados? El modo de ejecución es un criterio sustancial de distinción entre los procesos controlados o atentos y los procesos automatizados, siendo el aprendizaje mediante la *práctica* un factor esencial en la transformación de unos en otros.

Los *procesos controlados* por la atención, constituyen el modo de procesamiento intencional, consciente, voluntario, que requiere más esfuerzo mental y asignación de más recursos cognitivos, caracterizándose esencialmente por las propiedades siguientes:

1. Requieren atención focalizada en una actividad o tarea conscientemente realizada.
2. Operan generalmente en forma secuencial.

3. Las actividades realizadas de este modo se aprenden y modifican con relativa facilidad.
4. Tienen limitaciones en cuanto a capacidad.

Los *procesos automáticos*, a diferencia de los anteriores, requieren escasos recursos mentales e ínfima o nula atención consciente, con la posibilidad de realizar simultáneamente otra tarea. Se han señalado tres criterios por los que se identifica una tarea automática: se realiza de modo no intencional; no hace emerger alertamiento de conciencia y no interfiere con otras actividades cognitivas. (Posner y Snyder, 1975).

En resumen, estas son sus características:

1. Requieren ínfima o nula atención, ejecutándose generalmente de modo inconsciente.
2. Pueden operar simultáneamente, en paralelo, con otra actividad.
3. Se adquieren mediante el ejercicio continuado y se modifican con dificultad.
4. No están afectados por una relativa limitación de capacidad.

Un procesamiento controlado, atento y consciente puede *convertirse*, mediante la *práctica*, en un procesamiento automatizado. Por ejemplo, tras muchas horas de ejercicio, habiéndose convertido en procesos automatizados, los movimientos de los dedos sobre el teclado del pianista hábil o del mecanógrafo experto requieren ínfima o nula atención. En virtud de la continuada práctica deliberada, la actividad se va gradualmente automatizando de modo que su ejecución requiere progresivamente menor atención y esfuerzo, tal que cuando se ha alcanzado un alto grado de automatización, el sujeto apenas tiene conciencia del proceso. (Stanovich, 1990).

En virtud del aprendizaje por la *práctica* deliberada las matrices de las operaciones han pasado a la memoria permanente, recuperándose automáticamente de aquella. En los procesos automatizados, la presencia del estímulo, activa y desencadena una secuencia de operaciones que, en virtud del previo aprendizaje, han sido almacenadas en la memoria *permanente*, como esquemas operativos o esquemas de acción.

La automatización de una actividad va lográndose gradualmente, con creciente grado de automatización en cada momento sucesivo. Es decir, la automatización es susceptible de *grados* y no de índole dicotómica binaria: *automatizado / no-automatizado*.

Al comienzo del aprendizaje de una lengua extranjera, y aun después, las dificultades en el proceso de descodificación e identificación de las palabras requiere notable esfuerzo o recursos cognitivos, por su escasa automatización, haciéndose

lenta la lectura, en detrimento de una comprensión ágil. Pero, automatizados esos procesos mediante la práctica apenas consumen recursos cognitivos y la gran dosis de los disponibles pueden asignarse a un subproceso de la misma actividad o procesamiento paralelo de nivel superior, consistente en la comprensión o atribución de significado a lo leído.

En la realización de una actividad o tarea compleja, ciertos procesos o subprocesos pueden realizarse de modo automático y otros de modo controlado, atento y consciente, como ocurre en la lectura corriente que realiza el lector hábil. Este, a diferencia del lector deficiente, ha automatizado el paralelo proceso de descodificación o desciframiento de letras, sílabas y palabras, centrando la atención en la comprensión o búsqueda del significado.

Sin embargo, lograda así la habilidad respectiva, la misma actividad puede realizarse como proceso controlado o como proceso automatizado. Si en el transcurso de la lectura surge alguna dificultad en el desciframiento de algún elemento gráfico, como una tilde desapercibida, la aparición de cierto vocablo de uso infrecuente o desconocido, etc. entonces se realizará un procesamiento controlado, atento. Recuérdese cómo el proceso automatizado de la conducción ordinaria del automovilista pasa a realizarse como proceso atentamente controlado tan pronto como surgen problemas en la circulación.

En general, las actividades más complejas y difíciles son aquellas que necesitan más concentración de la atención, esfuerzo mental o recursos cognitivos. Pero, si la automatización, mediante la práctica deliberada, aminora el esfuerzo y recursos mentales necesarios para ciertos procesos o subprocesos, entonces cabe inferir que las actividades se hacen tanto más fáciles cuanto más se hayan practicado. Por tanto, las limitaciones en el procesamiento no dependen única y rígidamente de la índole de los estímulos informativos o naturaleza de la tarea; sino también del grado en que se ha practicado. En este orden, puede decirse que, en términos generales "no existen tareas difíciles; sino tareas que no han sido practicadas". (Best, 2001, p. 62).

La práctica continuada de ciertas actividades escolares las convierte en actividades automatizadas, en mayor o menor grado, en su integridad o en alguno de sus aspectos o subprocesos, aminorando los recursos cognitivos vinculados a las mismas. Los subprocesos automatizados de una actividad, al liberar recursos mentales permiten realizar mejor otros subprocesos o procesos sustanciales de la misma, mejorando su efectividad, en rapidez, fluidez, precisión y rendimiento en general.

Diversos estudios experimentales muestran claramente que las destrezas motóricas se mejoran mediante la ejercitación, conducente a la automatización de procesos o subprocesos. Incluso tras cientos o miles de repeticiones la destreza sigue siendo susceptible de mejora. Análogamente, las destrezas cognitivas, como el análisis perceptivo, procesos de memoria o análisis semánticos, son también susceptibles de mejora mediante la práctica deliberada, al lograr sucesivamente mayores grados

de automaticidad. Varias investigaciones muestran que procesos complejos, como los de reconocimiento perceptivo, pueden automatizarse mediante la práctica prolongada, reduciendo el tiempo y recursos cognitivos necesarios para el procesamiento de la información. (Shiffrin y Schneider, 1977; Schneider y Shiffrin, 1977).

Los efectos de la automatización de un proceso cognitivo aparecen ya desde la primera fase de ejercitación de la respectiva habilidad, como, por ejemplo, se puso de relieve en un trabajo sobre tareas de decisión léxica. (Logan, 1990).

Asimismo se comprobó que, en virtud de la práctica, los sujetos eran capaces de realizar de modo simultáneo ciertos análisis de carácter semántico. Estudiantes universitarios fueron entrenados en la lectura silenciosa de relatos, al tiempo que copiaban palabras dictadas, Las dificultades, inicialmente encontradas en la realización de la doble tarea, se manifestaba en la notable reducción de su velocidad lectora y en la ilegible escritura de las palabras dictadas. Pero, tras 6 meses de ejercitaciones leían simultáneamente a su velocidad habitual, al tiempo que mejoró sensiblemente la calidad de su escritura. Sin embargo, recordaban muy pocas de las palabras dictadas. Pero, con la prolongación de la práctica mejoraba su recuerdo y el procesamiento del significado de las palabras, hasta ser incluso capaces de categorizar las palabras dictadas (*fruta*) cuando habías oído manzana o naranja; (*aves*), cuando oyeron pato o paloma, etc., sin reducir la velocidad lectora. (Hisrt, 1980, 1986).

Los resultados de los experimentos que muestran la mejora de los límites de la capacidad mediante la *práctica*, incluida la atención dividida, explican la doble o triple tarea del estudiante en el aula, a que anteriormente se hizo referencia.

5. LA PERCEPCIÓN Y ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN

5.1. Los estímulos sensoriales y el sujeto percipiente

En virtud de la capacidad perceptiva, las personas procesan constantemente información sobre hechos, escenas y objetos, su estructura, propiedades y regularidades, que resulta decisiva en la cognición y la acción. La percepción del mundo a través de los sentidos, de forma inmediata y sin esfuerzo aparente, es uno de los más admirables aspectos de la experiencia humana. Los ojos revelan un amplio y variado mundo de escenas visuales, objetos, formas, signos. Los oídos proporcionan una amplia gama de sonidos aislados o estructurados en totalidades significativas. La diversidad de sabores y olores de los objetos del entorno percibidos por los sentidos del gusto y el olfato suministran una información de importancia vital. En el contacto con los objetos se descubre la índole de sus superficies, temperatura, etc. en virtud del sentido del tacto. No obstante la diversidad de la información lograda a través de diferentes sentidos, se alcanza una comprensión organizada y coherente del mundo.

Mediante las distintas *modalidades* sensoriales de ver, oír, oler, gustar o tocar se genera, pues, la personal experiencia perceptiva, cuyo resultado cognitivo tradicionalmente se ha denominado *percepto* o simplemente percepción; empleándose este último término para denotar tanto el proceso perceptivo como el resultado del mismo. Por la percepción, como proceso cognitivo, las personas adquieren, a través de los sentidos, conocimientos concretos que constituyen la base de las superiores elaboraciones conceptuales.

Los objetos de la naturaleza, los objetos artificiales y la manipulación de los mismos, así como las imágenes audiovisuales, constituyen variadas, permanentes y efectivas *fuentes* de conocimiento para niños y adultos. Enfocada la atención a un área del entorno, mediante los órganos de los sentidos, como *receptores sensoriales*, se detecta el *estímulo* o configuración de estímulos que inicia el proceso perceptivo. (Goldstein, 2006).

Dada la esencial función del estímulo, es conveniente consignar ya una importante distinción. El estímulo *distal* (*distante*), es el *objeto* real que se encuentra en el ambiente físico: el árbol. El estímulo *próximal*, (*próximo*) es la información registrada por los receptores sensoriales: la *imagen* del árbol en la retina del ojo. El estímulo proximal, como imagen de entrada, es perceptivamente procesado resultando la correspondiente *representación mental* del objeto. Por tanto, a partir de las sensaciones acústicas, luminosas, olfativas, etc. obtenidas por los sentidos y procesadas perceptivamente, el aprendiz extrae una abundante y variada información sobre el mundo físico y social, cuyo resultado serán las correspondientes *representaciones* mentales: perceptos, imágenes, conceptos, etc.

La percepción, como proceso cognitivo, no se reduce, sin embargo, al pasivo registro de un agregado o suma de sensaciones (colores, sonidos, etc.) mecánicamente asociadas entre sí, como postulaba el empirismo. Sobre la base de la esencial función del estímulo, la comprensión de la percepción humana requiere concebir al sujeto percipiente —aprendiz— como activo procesador de la información, conforme a su propia capacidad configuradora, interpretativa y elaborativa o constructiva del conocimiento. Cuando los receptores sensoriales registran los estímulos provenientes del mundo externo, el sujeto no es un vaso vacío o "tabula rasa" (en la que nada haya escrito). Por el contrario, ya dispone de conocimientos resultantes de experiencias y aprendizaje adquiridos a partir del nacimiento, que utiliza en el reconocimiento de los estímulos y extracción de información, relacionando lo que percibe con lo que ya sabe.

La percepción resulta, pues, de los datos sensoriales suministrados por los sentidos, así como de la interpretación realizada por el sujeto percipiente, a la luz de las propias experiencias o lo que ya sabe sobre el mundo y la vida, pues "la percepción es un proceso que usa el conocimiento previo para recopilar e interpretar los estímulos que nuestros sentidos registran" (Matlin, 2002, p. 32).

Por tanto, la percepción implica una estimulación sensible y las subsiguientes operaciones cognitivas de un sujeto mentalmente activo —no simplemente receptivo (pasivo)— con sus personales expectativas, experiencias y saberes, en función de los cuales interpreta los estímulos que sucesivamente percibe.

Por ejemplo, los previos conocimientos de anatomía hacen posible que el medico perciba e interprete los elementos de una *radiografía*, imposible para quien carezca de aquellos saberes. Analogamente, si un alumno carece de ciertos conocimientos mínimos de geología, sobre la dinámica de la corteza terrestre, le será muy dificil la percepción, interpretativa o significativa, de un *mapa* de la tectónica de placas, donde se señalan dorsales oceánicas y fallas de transformación, (zonas de crecimiento, subducción y de fricción) en la explicación de la distribución de los fenómenos sísmicos y volcánicos.

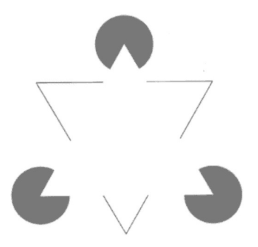
Las pertinentes experiencias o conocimientos previos del aprendiz operan y hacen posible identificar, atribuir significado o comprender lo que sus receptores sensoriales captan. Por tanto, la insuficiencia de experiencias previas o conocimientos específicos puede ser la causa de determinadas dificultades en el aprendizaje significativo y no las capacidades o nivel intelectual, como, a veces, indebidamente se supone como factor exclusivo. Asimismo, el problema tampoco estará estrictamente en la técnica metodológica o los medios didácticos.

Los estímulos automáticamente registrados (*registros sensoriales)* y muy brevemente retenidos en la *memoria sensorial*; son inmediatamente transferidos a la memoria de trabajo o memoria operativa en cuyo procesamiento concurre el conocimiento previo recuperado de la *memoria permanente*.

Entre la entrada sensorial (*input*) y la salida o resultado de la percepción (*output*), se produce una serie de procesos sucesivos, (*procesamiento*) por los que los datos sensoriales de entrada, registrados por los órganos receptores, son transformados, elaborados e interpretados, extrayendo información de los objetos, hechos y escenas del entorno. En dicho procesamiento es decisiva la función activa del sujeto con sus experiencias o conocimientos previos, incluidas sus *expectativas* sobre cómo se presentan, suceden y se relacionan los hechos en el mundo. (Luna y Tudela, 2006).

No siempre se produce una precisa y exacta correspondencia de los elementos físicos de la realidad y el resultado de la percepción; que, por otra parte, puede variar de un sujeto a otro. De las numerosas comprobaciones al respecto, vale la pena mencionar aquella según la cual niños pobres percibían las monedas como de mayor tamaño, en comparación con los niños que no eran de esa condición social.

Un inicial ejemplo ilustrativo es el que figura más abajo. Puede observarse que realmente los datos sensoriales, visuales, corresponden simplemente a tres círculos negros, con un sector en blanco, más tres ángulos de 45º. Sin embargo, se percibe un triángulo equilátero blanco, superpuesto a otro; o bien una estrella de seis puntas. Por tanto, los simples datos sensoriales son elaborados e interpretados, conforme a las propias expectativas, intereses o conocimiento previo sobre triángulos o estrellas, confiriendo significado a esos datos sensoriales.



¿En qué consisten los procesos por los que, viendo y oyendo, las personas, niños o adultos, se informan y adquieren conocimiento de las cosas? La percepción como proceso cognitivo constituye una forma primaria, básica y sustancial de conocimiento sensible de la realidad, que se halla en la base de la cognición y la acción humana. El sujeto percipiente, como *activo procesador de la información*, extrae información a partir de los datos sensoriales, construyendo las correspondientes *representaciones* mentales, como resultado de tal procesamiento. Escenas, hechos y objetos concretos son reconocidos e identificados como configuraciones o unidades dotadas de significado.

En consecuencia, las *representaciones* mentales de las cosas del mundo son el resultado de un proceso cognitivo en que el sujeto percipiente, a partir de los datos sensoriales, proporcionados por los sentidos, elabora o construye una representación

mental del objeto en la que operan sus propios expectativas, experiencias previas o conocimientos, ya que "la percepción es el resultado de procesos que construyen representaciones mentales de la información disponible en el entorno." (Kellogg, 2003, p. 59).

¿Qué función desempeña la percepción en el aprendizaje y cómo se manifiesta? En diversas situaciones cotidianas, así como en el ambiente organizado de la institución escolar se presentan innumerables estímulos sensoriales a partir de los cuales se extrae una variada información del mundo físico y social mediante la percepción. Personas, cosas naturales y artificiales, fotogramas, dibujos, letras, etc. son objeto de la percepción, cada uno con su propia forma y significado, constituyendo la percepción, en sus distintas modalidades, un proceso cognitivo de notorio relieve educativo, como una forma de conocimiento concreto de la realidad a través de los sentidos y base de elaboraciones conceptuales y procesos cognitivos superiores.

En las diversas situaciones de aprendizaje se presentan múltiples estímulos sensoriales, objeto de percepción directa, sean seres naturales *vivos*, como insectos o plantas, sean seres naturales *inertes*, como una roca silícea o un esquisto; así como mecanismos u objetos artificiales, técnicos o artísticos, como plásticos o jabones, pinzas o péndulos, pinturas o sinfonías, libros u ordenadores.

La percepción *directa* de determinados objetos o aspectos de los mismos se hace posible con la utilización de ciertos instrumentos como el microscopio, en la observación de células vegetales, la lupa para una muestra de roca de peridotita o incluso el telescopio para observar un planeta. Al percibir visualmente las variaciones en la columna de mercurio del termómetro o las oscilaciones de la aguja indicadora del amperímetro, el aprendiz indirectamente detecta y mide las variaciones de la temperatura o la intensidad de la corriente eléctrica, respectivamente.

La ausencia de los objetos reales es suplida, a veces con ventaja, con la presentación de imágenes de hechos, objetos y escenas en la pantalla audiovisual. Se presentan imágenes *estáticas* o fijas, como una cordillera o una roca ígnea. Su potencialidad se incrementa mediante las imágenes *dinámicas* o móviles, como la de un volcán en erupción, el ciclo cardíaco o latido del corazón con sus movimientos de sístole y diástole, circulación de la sangre entre sus cavidades, función de las válvulas mitral y tricúspide, etc. Los estímulos sensoriales constituidos por imagen y sonido, que facilitan las nuevas tecnologías, introducen en el ámbito escolar la vulgarmente denominada realidad virtual, de notoria potencialidad didáctica.

Asimismo, son objeto de la percepción las llamadas imágenes visuales de *segundo orden*, como los dibujos esquemáticos, diagramas, modelos gráficos, mapas, etc., completando la cotidiana exposición oral, como ocurre, por ejemplo, en la enseñanza de la geografía, al presentar un mapa hidrográfico o un diagrama de barras pluviométrico, para el estudio de los climas. En la enseñanza de la biología puede presentarse un dibujo esquemático de una célula, en que el alumno percibe

los orgánulos y estructuras granulares, microtubulares y microfibrilares del citoplasma. En la enseñanza de la tecnología es frecuente la utilización de diagramas, como los concernientes a la estructura y funcionamiento de determinados aparatos o instrumentos, facilitando la comprensión en mayor grado que con la exclusiva exposición verbal. Análogamente, la percepción de la correspondiente maqueta, tridimensional, facilita la comprensión de la estructura cristalina basada en cadenas dobles de tetraedros, propia de los anfíboles (silicatos) en el aprendizaje significativo de la geología. Por consiguiente, como señala un notable psicólogo cognitivo, "utilizamos dibujos, diagramas, gráficos y mapas para la presentación de información, de forma que sea más fácil de captar y de retener que las descripciones verbales."(G. Cohen, 1983, p. 54).

Objeto de la percepción pueden ser también símbolos, signos o significantes, como cifras, letras y en general la palabra, oral y escrita, auditiva o visualmente percibida, con sus peculiaridades como estímulos simbólicos de naturaleza semántica.

Por tanto, en este ecosistema natural, tecnológico, cultural y social, es evidente la multiplicidad de las situaciones en que la percepción, particularmente visual y auditiva, desempeña una función sustancial en el ambiente intencionalmente instructivo de la escuela (aulas, laboratorios didácticos, espacios multimedia o utilización pedagógica del medio ambiente).

Además de las *modalidades* de percepción visual y auditiva, pueden también intervenir en el aprendizaje la modalidad táctil, la gustativa o la olfativa. Esta última opera, por ejemplo, en los reconocimientos químico-mineralógicos, por vía seca, en tubo abierto acodado. En el ensayo con azufre o sulfuros, los alumnos perciben visualmente que en un lado del tubo se deposita sublimado amarillo o anaranjado y también perciben olfativamente el olor a pajuela (azufre quemado). Con arsénico o arseniuros perciben visualmente sublimado blanco y también olor a ajo.

Además de objetos con sus peculiares características de forma, color, tamaño y de distancia o profundidad, también la percepción puede estar referida al movimiento o al tiempo, interviniendo varios sentidos, externos e internos, en estas percepciones de índole multimodal o multisensorial. Más compleja que la percepción de la realidad física resulta la percepción de la realidad social, como la percepción de personas y sus comportamientos y con fenómenos como el estereotipo, el prejuicio o los efectos de la presión del grupo.

El término ***intuición***, con una larga tradición en el lenguaje pedagógico, se ha utilizado para referirse a la función de la percepción en el aprendizaje, especialmente la percepción visual, intermitentemente presente como estrategia o recurso didáctico. El término equivale etimológicamente a "visión atenta" (lat. *intueor*: mirar). La intuición sensible denota el modo de conocimiento caracterizado por la directa, inmediata, instantánea captación del objeto, pues, "de suyo, la experiencia perceptiva es una forma de intuición sensible de la realidad física" (Pinillos, 1982, p. 183).

Focalizando la atención en la configuración y atributos del objeto físicamente presente, la intuición sensible constituye un modo de conocimiento inmediato y directo, en distintas situaciones de aprendizaje. Se manifiesta cuando el aprendiz presta atención al objeto intencionalmente mostrado por el docente en el momento pertinente. La natural predominancia del sentido de la vista y su potencialidad en el conocimiento explica la tradicional valoración pedagógica de la percepción visual, como intuición sensible, cuya utilización se incrementa considerablemente con el empleo de la moderna tecnología audiovisual o multimedia. Asimismo, las investigaciones sobre la percepción visual, junto a la auditiva, han sido más amplias y concluyentes que las concernientes a los restantes modalidades sensoriales, aunque recientemente las investigaciones sobre el olfato han experimentado un notable desarrollo científico.

Ante la presencia de realidades concretas, el alumno puede encontrar referentes, anclajes cognitivos y núcleos de interés superiores, en determinadas circunstancias, a las presentaciones exclusivamente verbales. El discurso o exposición verbal es de índole serial, presentándose los elementos informativos de modo sucesivo, uno tras otro; mientras que la imagen visual permite la presentación simultánea o paralela de varios elementos, comparando y analizando semejanzas y diferencias. Además de la percepción de relaciones espaciales en la escena visual, la utilización de símbolos convencionales (etiquetas, flechas, etc) facilita el aprendizaje de relaciones de índole causal, temporal y de clase. Aunque determinados tipos de información son más idóneos para la codificación verbal y otros para la visual, en términos generales, lo más efectivo, es la concurrencia de ambas, en una codificación dual. (Paivio, 1986 y 1995; Clark y Paivio, 1991).

Se denominan *intuiciones primarias* a aquellas que se van generando desde la infancia, de modo natural y espontáneo a lo largo de las experiencias cotidianas o aprendizaje implícito, constituyéndose en base y punto de anclaje de las *intuiciones secundarias*, que se producen en el aprendizaje explícito y sistemático en el ámbito escolar. Sin embargo, ese tipo de intuiciones también contribuyen a la formación de determinadas creencias incompletas o concepciones erróneas, como suele acontecer con las nociones de fuerza, energía, movimiento, etc. que requerirán una explícita y sistemática actuación docente en su diagnóstico y procesos de *cambio conceptual*.

Por otra parte, es bien sabido que en la filosofía se plantea y analiza la índole de la intuición intelectual, conceptual o eidética, como una forma de conocimiento caracterizado igualmente por su inmediatez y globalidad, a modo de iluminación mental. Una forma de la intuición de orden intelectual es un punto importante en la teoría de la solución de problemas.

Pero, la intuición sensorial en el ámbito educativo no se limita a la muda presentación de hechos, objetos o escenas visuales; sino que implica la guía docente de una observación atenta, motivando, favoreciendo y potenciando el procesamiento

elaborativo del alumno y los posibles descubrimientos discentes, sin obstruirlos o sustituirlos. Implica, pues, diversas modalidades de intervención docente: decisiones selectivas sobre objetos y aspectos observables, elección pertinente y oportuna utilización de instrumentos audiovisuales, tecnológicos o científicos, desde la simple lupa al microscopio, con el pertinente empleo del lenguaje verbal y no-verbal. Por ejemplo, en el estudio de la Hispania romana, el docente decidirá cuándo y cómo efectuar una presentación del anfiteatro de Mérida; o bien, el momento, número y secuencia de una serie de diapositivas de exteriores e interiores de San Martín de Frómista, para la comprensión de ciertas influencias y características del arte románico. En la presentación directa de una muestra de roca de granito, el docente motiva y guía la observación de su estructura (granuda) y minerales que la componen, visualmente perceptibles: biotita (manchas negras) ortosa (blanco lechoso) y cuarzo hialino (aspecto vítreo). Asimismo decidirá, en función del conocimiento precedente del aprendiz, sobre la pertinencia de observaciones más pormenorizadas (pleocroísmo, maclas polisintéticas, etc.) en una preparación, con el polarizador y nicoles cruzados.

Junto a otros, la percepción constituye un proceso cognitivo básico en la vida cotidiana y en el aprendizaje escolar, operando constantemente en el desarrollo de las distintas áreas eductivas. En sus distintas modalidades, los resultados del proceso perceptivo (perceptos) son la base de conceptos y procesos superiores en la adquisición del conocimiento y el pensamiento.

5.2. Procesamiento perceptivo: estímulo e imagen bidimensional

El procesamiento consiste en una serie de operaciones por las que una cosa se transforma en otra, como la harina en pan. Una entrada (*input*), en virtud de su procesamiento, según ciertas condiciones y reglas, se transforma en el resultado o salida (*output*). En el procesamiento cognitivo una representación mental se transforma en otra más informativa mediante ciertas operaciones, según una regla o *algoritmo*. Por ejemplo, aplicando el algoritmo o regla de la división, la representación 21/3 se convierte en la representación 7.

En principio, no resulta fácil comprender que algo tan inmediato, aparentemente sin esfuerzo, como la percepción, implique un complejo procesamiento, aunque su duración se exprese en milisegundos. Repárese, por ejemplo, en la complejidad de la percepción visual. La energía luminosa *reflejada* en la superficie de los cuerpos, que incide en la retina, es transformada (*transducción*) en impulsos nerviosos que puedan ser procesados en el cerebro. Además, la retina es una superficie, bidimensional, siendo la imagen que en ella se forma de sólo dos dimensiones, altura y anchura. Por tanto, a partir de patrones de luz en dos dimensiones, habrá de reconstruirse la dimensión de profundidad o tercera dimensión, que permite conocer e interactuar

de un modo efectivo con los objetos tridimensionales que se encuentran en el mundo.

¿Cómo es posible que del espectro de energía electromagnética o conjunto de rayos luminosos que inciden en el órgano sensorial pueda percibirse una escena visual ordenada y claramente delimitados cada uno de los objetos que la componen? ¿En virtud de qué procesos se extrae información significativa de esas entradas luminosas provenientes del entorno? Su entendimiento requiere el análisis de la serie de procesos que integran el procesamiento perceptivo completo.

La incidencia en los sentidos, cuan receptores sensoriales, de la energía estimulante proveniente del objeto es la entrada (*input*) que inicia el proceso perceptivo. Este comprende una serie operaciones por las que, a partir de tal estímulo o entrada, se codifican sucesivas representaciones internas, en que progresivamente cada una se transforma en otra más compleja e informativa. Cada representación interna o salida constituye justamente la entrada del nivel siguiente de procesamiento. El resultado (output) de las sucesivas transformaciones es la representación mental, consciente y significativa, del objeto, como experiencia perceptiva personal. Por tanto, "la percepción es un proceso activo en que interactúan diferentes niveles de análisis para determinar lo que percibimos y comprendemos" (Medin, Ross y Markman, 2001, p.82).

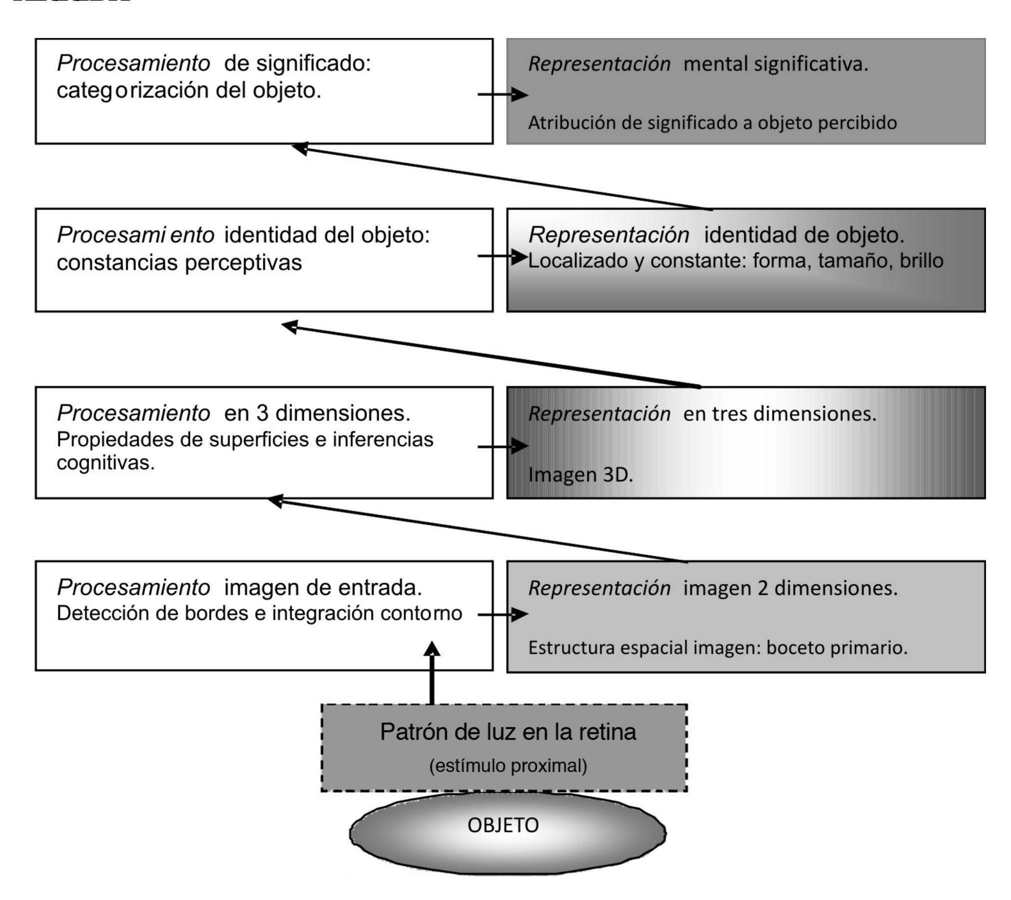
En el análisis de la percepción visual, los mencionados autores distinguen el *nivel bajo* de la visión que implica la detección, en el patrón de luz reflejada por lo objetos, incidente en la retina, de discontinuidades que indican límites de áreas, márgenes o bordes, extrayéndose una información preliminar. En este inicial procesamiento, el sistema visual construye *automáticamente* una primera y primitiva *representación* del objeto. En el *nivel alto*, superior, se completa el procesamiento perceptivo, elaborándose la información concerniente a la estructura y propiedades del objeto, en un proceso constructivo que concluye en la *consciente* identificación y categorización del objeto, como perteneciente a la categoría pez, la categoría ave, la categoría mesa, etc.

Un análisis mas desarrollado del procesamiento perceptivo visual requiere la explícita distinción de los planos de los sucesivos procesos específicos, transformaciones y respectivas representaciones. (Marr, 1982).

i. Procesamiento a *nivel del estímulo* global, en que a partir de la imagen de entrada o imagen retiniana, se capta la estructura espacial estimular, generándose una representación primaria, de índole *bidimensional,* que constituye el denominado esbozo o *boceto primario.*
ii. Procesamiento a *nivel de la estructuración espacial* de las superficies que delimitan el objeto, en que, a partir de la precedente estructura espacial bidimensional, se construye mentalmente la representación espacial *tridimensional* (3D).

iii. Procesamiento a *nivel del objeto* que concierne a la identificación perceptiva de la cosa como lo que realmente es, manteniéndose constante en su forma, tamaño y color, independientemente de la distancia, ángulo de visión o intensidad de la luz.
iv. Procesamiento a *nivel de significado* o categorización del objeto, como experiencia personal consciente, con que concluye la percepción como proceso cognitivo.

ARRIBA



ABAJO

El ***estímulo*** es el punto de partida del procesamiento perceptivo, que se inicia al incidir en los órganos sensoriales la energía estimulante proveniente del objeto material (estímulo distal) que dichos órganos registran (estímulo proximal). Los

órganos receptores operan al ser estimulados y la información inicialmente procesada es la suministrada por el estimulo o configuración estimular. Se trata, pues, de un procesamiento inicialmente guiado por los datos proporcionados por el estímulo (procesamiento desde abajo).

La fuente de estimulación se halla en el entorno, donde se encuentran los objetos materiales, que producen, reflejan o transmiten diferentes clases de energía. La energía mecánica de la presión es aprovechada por el sentido del tacto. La energía química proporciona una información vital mediante el gusto y el olfato. La energía mecánica, transmitida a través de un medio, como el aéreo, alcanza el sistema auditivo suministrando una rica información, particularmente significativa en la comunicación oral. La luz, energía electromagnética, reflejada en los cuerpos proporciona una abundante, constante, variada y precisa información del mundo; pues la percepción *visual* es el proceso por el que se adquiere conocimiento sobre los objetos del medio, justamente extrayendo información a partir de la luz que tales objetos emiten o reflejan.

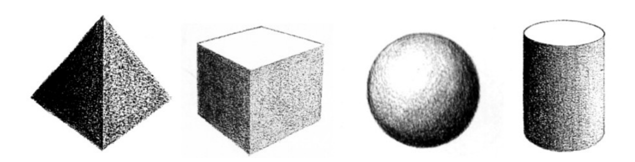
En lo concerniente a la percepción visual, del amplio espectro de las ondas electromagnéticas los órganos visuales son sensibles sólo a una muy estrecha franja, de rango intermedio, que corresponde al *espectro visible* (violeta, añil, azul, verde, amarillo, naranja y rojo). Las radiaciones con longitud de onda por encima del color violeta (ultravioleta) y por debajo del rojo (infrarrojo) no son visibles para el ser humano. Análogamente el oído humano también está limitado a un intervalo de frecuencias acústicas, no percibiendo los llamados ultrasonidos ni los infrasonidos.

La base de la percepción visual es justamente la *luz reflejada* por los cuerpos, llamada *luminancia*. La luz incidente en una superficie reflectante lisa es reflejada casi en su totalidad, como ocurre con el espejo. La luz que incide en una superficie opaca puede ser en parte absorbida y en parte reflejada. Ordinariamente incide en superficies de textura irregular, reflejándose parcialmente el espectro de luz.

El *estímulo*, en el orden físico, es el concreto *patrón de luz reflejada* en las superficies del objeto, correspondiente la estructura del mismo, delimitando el objeto o escena visual y sus partes, que el sistema visual capta desde un punto de observación. Evidentemente, son notables las diferencias de la estructura o *patrón de luz* reflejada por unas tijeras, un plato o un oso.

Los rayos luminosos, constitutivos del *patrón estructurado de la luz reflejada* por el objeto, al incidir en los ojos producen un *patrón de activaciones* o *excitación* de las células fotoreceptoras de la retina formando automáticamente la imagen retiniana o imagen de entrada, iniciándose el procesamiento de la información visual. En tal imagen de entrada son decisivas, como elemento informativo, las diferencias de intensidad de la luz reflejada (diferencias de luminancia) o distribución de la misma en las superficies del objeto, detectada por las células fotorreceptoras de la retina, (valores del gris) haciéndose explícita su estructura espacial. A la distribución

de intensidades de luz reflejada por el objeto, en el orden físico, corresponden los distintos valores del gris detectados perceptivamente, en el orden sensorial. Percibir la luz reflejada con más o menos brillo o niveles de gris es el correlato sensorial o psíquico. Cuanto más brillo, más blanco; cuanto menos, más gris oscuro. El cambio brusco de intensidad de brillo informa de un *borde* o ángulo en el objeto visualmente percibido; mientras que un cambio suave informa de una superficie curva o esférica, como se observa en las figuras siguientes.



A este inicial *nivel del estímulo* global la percepción implica, pues, extraer cierta información preliminar del patrón de luz incidente en la retina, detectando discontinuidades, indicadoras de límites de áreas, márgenes y bordes de los objetos. Ciertos límites o aspectos *gruesos* pueden indicar fronteras o bordes del objeto y los detalles *finos* pueden delinear áreas o señalar partes. En conjunto, proporciona una información relevante en la demarcación del objeto, respecto de los demás y del fondo en que se halla; determinando su localización, *dónde* está, y *cómo* se mueve en el espacio, acercándose o alejándose con determinada dirección y velocidad, que indica su posición futura.

Sin embargo, la detección de límites o bordes no es siempre fácil, puesto que las diferencias de brillo entre las áreas de la imagen no siempre son netas, pudiendo desvanecerse más o menos. En la detección de límites o bordes, el sistema visual tiende a elevar o exagerar las diferencias entre las áreas o zonas de luz y de oscuridad, apareciendo la parte de brillo más brillante de lo que realmente es y menos la otra parte. Este fenómeno puede ocurrir incluso cuando faltan algunos límites. Recuérdese, cómo en la figura incluida en una página precedente, se percibía un triángulo más brillante que el fondo, sin que realmente exista tal diferencia.

La captación *automática* de las variaciones o distribución de la intensidad luminosa, demarcando las diferencias en los niveles del gris y estructura geométrica global, es la información que hace explícita la estructura espacial de la imagen de entrada, resolviéndose en la codificación de una primera representación o *sencilla descripción* primitiva, aunque muy informativa, que es la base del ulterior procesamiento perceptivo, a nivel superior, con la consciente y significativa representación mental del objeto.

¿Cuáles son la operaciones psicofísicas y neurofisiológicas subyacentes a ese procesamiento perceptivo inicial, a nivel de estímulo o imagen de entrada? La visión

de la forma de una escultura se basa en las radiaciones luminosas, así como la audición de las notas de una melodía se basa en las vibraciones sonoras, fenómenos de movimiento ondulatorio, transmisores de energía, cuyas magnitudes fundamentales son la longitud de onda (λ) y la frecuencia (ν). Las ondas luminosas son transversales y de frecuencia muy elevada; mientras que las ondas sonoras son longitudinales y de menor frecuencia. A diferencia de las ondas acústicas que llegan al oído secuencialmente; las ondas espaciales llegan al ojo simultáneamente, siendo, pues, ondas simultaneas. En la figura adjunta puede observarse la frecuencia espacial baja (arriba) y la frecuencia espacial baja (abajo).

Brevemente expresado, la frecuencia de las *ondas espaciales* depende del número de veces que se repiten por unidad de espacio (grado de ángulo visual), siendo de alta frecuencia cuando se repiten mucho, por lo que la misma unidad de espacio tiene mayor densidad uniforme de barras claras y oscuras del enrejado de barras. A la retina llegan los rayos de luz reflejados por los cuerpos, como ondas electromagnéticas, con su diferente frecuencia, longitud de onda y orientación, correspondiente al estímulo real. Según *la teoría de las frecuencias espaciales de la visión*, el sistema visual actúa mediante el análisis automático del espectro de frecuencias de las ondas espaciales del estímulo o imagen de entrada, sintetizando su estructura espacial de la que se extrae información.

El sistema visual funciona como un conjunto de sensores o detectores que filtran o dejan pasar la banda de frecuencias espaciales y orientaciones a que son sensibles o están sintonizados, análogamente a un sistema de televisión. Cada detector o sensor, con su filtro, constituye un ***canal psicofísico*** de frecuencias espaciales para la luminancia, de índole bidimensional. Cuando el *patrón de luz reflejada* por los objetos incide en los órganos visuales, los *canales* psicofísicos, neuronales, (como a*nalizadores* de frecuencias espaciales) sintonizan con los correspondientes rangos de frecuencia espacial del estímulo, filtrando el espectro de la imagen de entrada, de modo que el sistema visual realiza un análisis automático de la misma y sintetiza una descripción de la imagen de entrada, con su codificación y percepción visual de la *forma*: una representación o descripción inicial del estímulo, codificando la imagen de entrada en su patrón global y rasgos o características. (De Valois, 1980; Graham, 1981; Sierra, 1992).

Se extrae la información en virtud de que los distintos rangos de frecuencias espaciales proporcionan distintas clases o tipos de información. Las *frecuencias*

espaciales bajas informan de aspectos *gruesos*, globales, como grandes áreas claras y oscuras, realzando los bordes y proporcionando información de la imagen en su conjunto o visión global. Las *frecuencias espaciales altas* informan de los detalles finos de la imagen, como contornos o límites de áreas.

Existen ciertas evidencias de una propensión a la denominada *precedencia global* en el procesamiento de la escena visual, que va de un procesamiento de la información general, gruesa o global (frecuencias espaciales bajas) a una incorporación gradual de la información de los detalles locales, con un procesamiento más fino (altas frecuencias espaciales); aun cuando no se produzca necesariamente siempre de esa manera, pudiendo variar en función del tipo de tarea. (Goldstone y Medin, 1994; Schyns y Oliva, 1999).

La elaboración por el sistema visual de la estructura espacial de la imagen, filtrando frecuencias espaciales bajas (aspectos gruesos), explica la aparición de la *forma* o configuración global y fenómenos de la organización perceptiva, estudiada en el marco de la teoría de la Gestalt, así como los fenómenos de percepción ilusoria. La captación automática de la estructura espacial del estímulo o imagen de entrada, según las variaciones de intensidad luminosa reflejada por el objeto (luminancia) o niveles del gris y su geometría espacial, implica un análisis de la imagen (descripción) y la síntesis de su estructura espacial (obtención de la información). La información espacial extraída constituye el boceto o *esbozo primario*, en que la estructura básica de bordes de la imagen (*esbozo primario bruto)* se completa con la organización perceptiva (*esbozo primario completo*).

Esa *representación* o ***esbozo primario***, resultante de esta primera codificación, contiene una muy sencilla descripción de las variaciones significativas de intensidad luminosa, análogamente a una fotografía en blanco y negro que contuviese exclusivamente los contornos y líneas que diferencian los niveles del gris, indicativas de la configuración esquemática del objeto o escena. Se trata de un bosquejo primitivo, pero muy informativo, conteniendo los rasgos que permiten la identificación del objeto, análogamente a una huella dactilar que permite identificar a un individuo. (Fdez. Trespalacios, 2004).

Este esbozo primario es solamente una primera codificación o representación de salida (*output)* resultante del procesamiento automático inicial, a nivel de imagen de entrada. Pero, es la entrada (*input*) del subsiguiente procesamiento perceptivo, que se completará con el proceso de identificación y categorización significativa del objeto, de cuyo resultado es ya consciente el sujeto.

¿Cómo se proyecta y procesa en el cerebro visual el conjunto de excitaciones en la retina producida por el patrón de luz reflejada por los cuerpos? Como ya se indicó, los rayos luminosos reflejados por el objeto activan las neuronas (fotoreceptores) de la primera capa de la retina (conos: 5.000.000; bastones: 120.000.000) que realizan su conversión (transducción sensorial) en una matriz

de impulsos nerviosos, propios del sistema neurológico, constitutivos de señales (bioeléctricas) que se propagan hasta los centros cerebrales superiores. (Mora, 2005).

Las células ganglionares retinianas, en la capa posterior de la retina, activadas por los impulsos nerviosos, actúan como filtros, comenzando el análisis de las frecuencias espaciales, en el inicial procesamiento espacial de la imagen de entrada. Las señales neuronales generadas en la retina se propagan mediante el nervio óptico -*axones* de las células ganglionares retinianas- hasta el núcleo geniculado lateral, en el tálamo cerebral, punto de relevo o enlace entre la retina y la corteza cerebral *visual primaria*. También el tálamo recibe entradas del canal auditivo. Una parte de las señales neuronales procedentes de la retina se proyectan en el colículo superior, en la parte alta del cerebro medio, que controla los movimientos de los ojos. (Schiffman, 2000).

Las células ganglionares específicas del núcleo geniculado lateral operan en el análisis del estímulo, sintonizando con un rango más estrecho de frecuencias espaciales, proyectando en la corteza cerebral visual, cuyas células se activan por la estimulación con bordes, barras oscuras y luminosas, estáticas y en movimiento. En las áreas visuales de la corteza cerebral, las células *simples* operan respecto de los aspectos espaciales de la imagen estimular, que implica el análisis de la forma. Las células *complejas e hipercomplejas* se ocupan de los rasgos superiores del patrón visual y patrones en movimiento. En el procesamiento de la imagen estimular visual, conjuntos de neuronas, formando módulos corticales del cerebro, operan como detectores de características analizando la forma o aspectos espaciales de la imagen, en la producción del *boceto primario*. El procesamiento básico de los estímulos visuales concierne al *cortex visual primario*, en el lóbulo occipital del cerebro. Pero otras áreas de la corteza cerebral se activan en el reconocimiento e identificación del objeto.

A la percepción consciente del objeto, identificándolo como lo que es, además del cortex visual primario, *subyacen* las funciones de otras áreas de la corteza cerebral. [*10.000.000.000 de neuronas] (Bly y Kosslyn, 1997; Farah y otros, 1999).

Recuérdese, por ejemplo, que en los sujetos con *agnosia*, afectados por daño cerebral en el cortex occipital, se producía el fenómeno de la visión (de nivel bajo); pero, sin reconocimiento e identificación del objeto.

En resumen, esta primera fase descrita del procesamiento perceptivo visual, a nivel de imagen de entrada, por la estimulación sensorial, es de carácter automático, no consciente, guiado por los datos proporcionados por el estímulo (procesamiento desde abajo), obteniéndose una *representación* de índole bidimensional: boceto o *esbozo primario*. Pero, la percepción humana de hechos, objetos o escenas visuales es más que detectar su estructura espacial. Por tanto, el procesamiento perceptivo

continúa en niveles subsiguientes, de localización en el espacio, construcción cognitiva de la tercera dimensión, identificación del objeto como lo que es, con sus constancias de tamaño, forma y color y su categorización, con la concurrencia de las previas experiencias, conocimientos y expectativas del sujeto (procesamiento de arriba-abajo) completándose el procesamiento perceptivo, como proceso cognitivo, con la atribución de significado, según se expone en los siguientes epígrafes.

5.3. El espacio tridimensional: claves en la percepción de la tercera dimensión

Como se ha señalado, la luz reflejada por las superficies del entorno llega a la retina, que es una superficie, *bidimensional*, siendo el estímulo *proximal* de la visión —imagen en la retina— de sólo dos dimensiones: altura y anchura; sin profundidad. El boceto primario representa o describe, pues, los elementos informativos (bordes y sus relaciones, ángulos, sombreado, etc.) de la imagen de entrada en dos dimensiones.

Pero, además de imágenes bidimensionales, superficies o líneas en el plano, como las que aparecen en estas páginas, el mundo está poblado de seres naturales y objetos artificiales, tridimensionales, que son volúmenes limitados por superficies: dados, edificios, vasos, pelotas. Por tanto, la percepción de los objetos del mundo exterior en sus tres dimensiones es ineludible para el conocimiento e interacciones con los mismos. Incluso en diversas situaciones de aprendizaje escolar se utilizan maquetas, tridimensionales, como las del relieve terrestre y en geometría del espacio hay que "ver" las tres dimensiones.

La imagen en la retina suministra información sobre localización o distancia de unas cosas respecto de otras, horizontalmente y verticalmente; pero, no de su distancia en profundidad. Se requiere, pues, que, a partir de los patrones de luz de dos dimensiones, el sistema perceptivo construya la tercera dimensión, decisiva en la cognición y la acción humana. El sistema perceptivo, automáticamente, sin consciencia del sujeto, combina diferentes tipos de elementos informativos, que actúan como claves para la localización de los objetos, la determinación de la distancia en profundidad y la percepción de la tercera dimensión.

La percepción de la disposición espacial de las superficies visibles, por las que están limitados los cuerpos, es la base de la información sobre la estructura de los mismos. Las superficies que se extienden ante el sujeto indican la distancia a los objetos, la de estos entre sí y de sus partes. Los objetos se hallan situados a distintas distancias y unos delante de otros, como los edificios de una calle, los árboles de un paseo o los melocotones en un frutero. A partir de la representación bidimensional de la imagen se produce un procesamiento perceptivo de la posición de las superficies (cercanas, alejadas o más lejanas) y su orientación (vertical, horizontal y distintas inclinaciones). La percepción de unas partes detrás de otras, inclinaciones,

posición u orden local, desde el punto de vista del observador, genera la información visual que da lugar a la *representación* llamada *boceto* $2\,^{1}/_{2}\,D$, como paso previo a la percepción de la tercera dimensión de los objetos o escenas del entorno. Este *boceto* es el resultado de un procesamiento guiado por los datos informativos suministrados por la representación bidimensional, más los datos logrados por la percepción directa de las posiciones e inclinaciones de las superficies de los objetos.

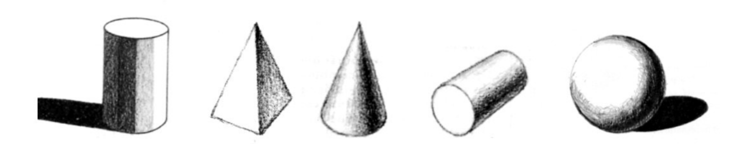
En el procesamiento ya conducente a la percepción de la profundidad o tercera dimensión de los objetos (3D), confluyen los datos contenidos en la representación resultante del procesamiento precedente, más los conocimientos y expectativas resultantes de las experiencias anteriores del sujeto, por las que se generaron ciertas *claves*, cuya utilización permite determinadas inferencias sobre la distancia o profundidad. Por consiguiente, la percepción de la tercera dimensión es una percepción *indirecta*, que supone inferencias y entraña construcción mental.

¿En qué consisten y cómo se generan estas claves para la percepción de la profundidad? Cuando el niño ve un objeto, se acerca al mismo, lo coge y lo coloca en un lugar diferente, experimenta sensaciones táctiles y cinestésicas que ulteriormente operan como *claves* espaciales para la percepción de la distancia o dimensión de profundidad. En general, los individuos interactúan cotidianamente con objetos y personas, manejan cosas, detectan sus movimientos y efectos, acumulando experiencias diversas sobre localización y distancia en profundidad, de modo que, a lo largo de su experiencia vital, se van generando diversas *claves* perceptivas, sucesivamente más informativas y precisas, que operan en la construcción de la representación tridimensional de los objetos, a partir de su imagen en la retina.

Se trata, pues, de una percepción de índole *indirecta*, construida mentalmente por el sujeto, en virtud de ciertas inferencias derivadas de sus experiencias previas que se manifiestan en determinadas *claves* perceptivas, como las siguientes: las claves *pictóricas*, de *tamaño relativo*, *textura*, *interposición*, las claves *oculares*, así como las claves *dinámicas*, en el movimiento del objeto y del observador.

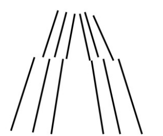
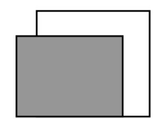
Las ***claves pictóricas*** se denominan así, por su correspondencia con las utilizadas por los pintores para producir la sensación de profundidad en sus cuadros: *perspectiva*, *sombreado*, *tamaño relativo*, en relación con la distancia, densidad de la *textura* e *interposición* de objetos.

La *clave* de *perspectiva lineal*, utilizada en la percepción de la distancia en profundidad se refiere al hecho de que las líneas paralelas, (carretera, aristas de un edificio, etc.) se perciben como convergentes y sus puntos se ven a mayor distancia en profundidad a medida que aumenta la convergencia. Asimismo, según la *perspectiva de detalle*, es sabido que los objetos más cercanos se perciben con más detalle. En la *perspectiva aérea*, a medida que los objetos están más distantes se difumina la saturación de color, acercándose al gris, operando como un indicador de la distancia.



El *sombreado* constituye una importante clave para la percepción del volumen. Incluye las sombras inherentes a las posiciones o cambios de dirección de las superficies del propio objeto, así como las sombras que unos objetos proyectan sobre otros o sobre las superficies en que reposan. La iluminación directa de unas partes de las superficies de un cuerpo por la fuente de luz y la iluminación indirecta de otras partes, que constituye el *claroscuro*, contribuye muy eficazmente a la percepción de la tercera dimensión de los objetos. Si el tránsito de lo luminoso a lo sombreado es brusco, se percibe un ángulo; mientras que el transito suave indica una superficie curva o esférica. Repárese al respecto, en las diferencias entre dos cuerpos como un cubo y una esfera o bien entre unos escalones y una sandía.

El *tamaño* relativo es otra significativa clave en la percepción de la distancia en profundidad, dada la correlación entre el progresivo alejamiento y la percepción de los cuerpos como de menor tamaño. Si, desde un punto de observación, un león se ve más pequeño, se infiere que está a mayor distancia.

La densidad de la *textura* percibida se incrementa con el aumento de la distancia. Los adoquines de una calle se perciben como de menor tamaño y más próximas entre sí las traviesas de una vía de ferrocarril, a medida que aumenta la distancia. Por tanto, desde el punto de vista del observador, el gradiente de densidad de la textura percibida, indica la distancia o profundidad.

Asimismo la *interposición* parcial de objetos indica que, cuando un objeto interrumpe el contorno de un segundo objeto, este se percibe más aleado; es decir la experiencia indica que los objetos que están detrás se hallan a mayor distancia.

Las ***claves oculares*** resultan de las sensaciones cinestésicas producidas por los músculos oculares en las operaciones de *acomodación* del cristalino y en la *convergencia* de ambos ojos en la percepción del estímulo. En la *acomodación* del cristalino, los músculos oculares realizan contracciones para aumentar o reducir la convexidad de aquel, precisamente según la distancia del objeto. Asimismo, los músculos oculares

actúan en los giros necesarios para la *convergencia* de ambos ojos en la obtención de una imagen retiniana única. El ángulo de convergencia de ambos ojos aumenta con la cercanía del objeto; mientras que disminuye con la lejanía, llegando prácticamente a desaparecer. Pero, la clave ocular de acomodación del cristalino deja de ser efectiva en distancias superiores a los 3 m. y la de convergencia más allá de los 6 m. Sin embargo, aunque estas claves oculares en la percepción de la profundidad sean sólo efectivas en distancias cortas, combinadas con la manipulación de los objetos, proporcionan fecundas experiencias para la percepción de la profundidad.

Las ***claves binoculares*** proporcionan una importante información en lo concerniente a la percepción de la distancia en profundidad. La disparidad binocular produce el fenómeno de la estereopsis, que actúa como una clave perceptiva. La estereopsis surge del hecho de que entre los dos ojos hay unos centímetros de separación. Las imágenes de un punto no caen justamente en las mismas posiciones en la retina de uno y otro ojo, estando desplazadas lateralmente en una dirección, que varía según la distancia relativa al punto de fijación de la visión. Esta pequeña disparidad horizontal de las imágenes retinianas de uno y otro ojo, hace que se perciban las distancias diferentes en que se sitúan los objetos, contribuyendo a la sensación de profundidad. Esto es, la formación de imágenes dispares, respecto de sus posiciones en las retinas de ambos ojos, constituye una de las claves en la percepción de la tercera dimensión de los objetos. Análogamente a lo que ocurre con las claves oculares de acomodación del cristalino y convergencia binocular, esta clave es efectiva sólo en distancias cortas. Pero, al operar conjuntamente se incrementan sus efectos. Actualmente existe un notable interés en el estudio de la función de la visión binocular en la percepción de la tercera dimensión, particularmente a partir de los trabajos sobre profundidad estereoscópica realizados por Julezs (1981, 1986).

Las llamadas ***claves dinámicas*** resultan de que el movimiento de los objetos o el movimiento del observador pueden indicar distancias, constituyendo muy efectivas claves para la percepción de la tercera dimensión. Este tipo de claves por la que los movimientos de los objetos o del observador indican la distancia relativa entre ellos es la *paralaje* del movimiento. Si los objetos se mueven a la misma velocidad, las imágenes en la retina de los más lejanos se mueven a menor velocidad, haciéndolo más rápidamente las imágenes de los cuerpos más cercanos. Es decir, permaneciendo estático el observador, las imágenes de los cuerpos más lejanos recorren menos espacio en la retina que las de aquellos más cercanos. El mismo fenómeno ocurre cuando permaneciendo estáticos los objetos es el observador quien se desplaza o simplemente mueve la cabeza. Por tanto, el movimiento de los objetos o del observador operan como indicadores de distancia o clave que contribuye a la percepción de la tercera dimensión.

Con la experiencia se aprende que los objetos más lejanos parecen desplazarse a menos velocidad que los más cercanos, como acontece al divisar un avión en la lejanía,

a diferencia de lo que ocurre cuando un automóvil cruza por la carretera. Conduciendo el coche tranquilamente en un atardecer, puede haberse comprobado que los árboles van desapareciendo rápidamente; las montañas se mueven más lentamente y la luna parece inmóvil, produciendo la percepción ilusoria o subjetiva de acompañar al viajero.

En definitiva, sobre la base de las propias capacidades o destrezas del sistema perceptivo, las sucesivas experiencias personales o aprendizaje van generando una serie de *claves perceptivas* que operan conjuntamente en la construcción perceptiva de la tercera dimensión de objetos y escenas; correspondiendo, en gran medida, dichas claves perceptivas a regularidades de los hechos, reiteradamente observadas.

5.4. Identidad del objeto y constancia perceptiva

La percepción de líneas, zonas, bordes o contornos a nivel de la imagen, formando el esbozo primario, bidimensional, y la percepción de las extensiones, orientaciones y distancias de las superficies, a nivel de la percepción de la tercera dimensión, se endereza, en definitiva, a la percepción de la identidad de los objetos concretos que pueblan el mundo, con los que el sujeto se relaciona en la cognición y la acción. Es decir, la percepción humana es de cosas reales, de las realidades con las que el sujeto interactúa cognitivamente y en su comportamiento.

Se trata, pues, de la percepción de los objetos como unidades discretas, localizadas. Esto es, de la percepción del objeto, distinto y distinguible de los demás, segregado de los restantes elementos de la escena visual, aunque relacionado con aquellos; así como de la percepción del objeto, constante e idéntico a si mismo, aquí o allí, antes o después. En el rebaño se identifica aquella cabra, en el parque ese ciprés y esta persona en la reunión. La identidad perceptiva del objeto consiste, pues, en la percepción de una misma cosa, (unicidad) siempre la misma, en el espacio y en el tiempo, particularmente en sus características básicas de tamaño, forma y color.

Lo habitual es la correspondencia entre la real identidad física y la identidad perceptiva de los objetos, tal que conocer las cosas del entorno significa que la propia experiencia perceptiva se corresponda con la identidad de los objetos del entorno. Si se percibe una mesa, es que en el entorno hay realmente una mesa. Pero, no siempre el objeto de la percepción se corresponde o coincide con la identidad de la realidad física. Por ejemplo, si una pequeña bombilla encendida se apaga y otra próxima ella se enciente, antes de que transcurran 50 milisegundos, no se percibe la identidad real de ambos objetos luminosos; sino el desplazamiento del mismo objeto de un punto a otro (movimiento aparente), en cuyo caso lo percibido no corresponde a la identidad física de las cosas.

Aunque lo frecuente sea la correspondencia entre la identidad de la realidad física y lo percibido, el proceso encierra cierta complejidad, pues la imagen del objeto (mesa) en la retina generalmente nunca es la misma exactamente; sino que son

innumerables sus imágenes en la retina, dependiendo del punto de vista del observador (cerca, lejos, arriba, etc.). No obstante, siempre se identifica como tal, la mesa del comedor, la mesa de la biblioteca o la mesilla del dormitorio, con la forma, color y tamaño propio de cada una. Es decir, se percibe un mundo de objetos idénticos a si mismos, constantes en su forma, color y tamaño, a pesar de las variaciones de la imagen en la retina, según el punto de vista del observador.

La **constancia perceptiva** de tamaño, forma y color, como características básicas del objeto, constituye una faceta decisiva respecto de su reconocimiento y percepción de su identidad. Es decir, a pesar de las variaciones en el punto de vista, distancia e iluminación; las cosas permanecen perceptivamente constantes en su propio *tamaño*, *forma* y *color*, sin lo que sería imposible el aprendizaje y conocimiento.

Aunque se halle muy alejado, el caballo se identifica como tal, sin confundirse con la cabra. Vistos en perspectiva aérea, desde un sexto piso, los automóviles se perciben e identifican como tales, sin confundirse con hormigas. Aunque la mesa se vea desde una perspectiva inclinada alejada, su forma se sigue percibiendo realmente como circular y no con la forma elipse. Tampoco el abrigo se percibe de distinto color al variar la iluminación del lugar. Esto es, aunque la imagen de la retina cambia continuamente, según el punto de vista, distancia y movimiento, los objetos se identifican perceptivamente como lo que son, manteniéndose constante la percepción de la forma, tamaño o color.

En lo concerniente específicamente al tamaño, es bien sabido que, cuando varía la distancia del objeto al observador, también varía el tamaño de su imagen en la retina (estímulo proximal). Esta reduce su tamaño a medida que el objeto real se aleja del observador y aumenta a medida que se acerca. No obstante, el tamaño del objeto es percibido según su propio tamaño real. El decir, aunque varíe el tamaño de la imagen en la retina según la distancia, el sujeto percibe el objeto con su propio tamaño. Por tanto, la liebre, la vaca o el autobús (estímulo distal) se perciben con sus respectivos tamaños, aunque, con la distancia, se reduzca o aumente el tamaño de la imagen en la retina (estímulo proximal). Se trata del fenómeno perceptivo denominado *constancia del tamaño*, según lo cual el objeto se identifica, según su propio tamaño real, que se mantiene perceptivamente constante, independientemente de la distancia del observador. El tamaño de la imagen retiniana es un indicador de la distancia cuando es conocido el tamaño real del objeto; cuando ya se dispone de conocimiento previo del objeto.

La distancia percibida por el sujeto influye decisivamente en la percepción del tamaño real del objeto percibido o constancia del mismo. Por tanto, si la percepción del tamaño del objeto depende de la percepción de la distancia; entonces las *claves* de percepción de la distancia o profundidad, anteriormente analizadas, son decisivas también para la percepción del tamaño constante del objeto, cualquiera que sea su distancia al observador o sujeto percipiente. La relación entre el tamaño percibido

del objeto, la distancia y el tamaño de su imagen en la retina puede expresarse con la fórmula T´= t · d (hipótesis de la invarianza distancia/tamaño).

Los experimentos realizados muestran que, cuando no pueden operar las claves de percepción de la distancia, como ocurre en un lugar oscurecido, con objetos iluminados; entonces falla la percepción de la constancia del tamaño, percibiéndose el tamaño del objeto en relación con el tamaño de la imagen retiniana. En estos casos, dependiendo de la distancia, el mismo objeto se percibía con tamaños distintos. Así, en las mencionadas condiciones de oscuridad, ante el mismo naipe (p. e. el tres de copas) los sujetos manifestaban que era otro más grande cuando se les presentaba a una distancia menor. (Gregory, 1966; Hochberg, 1978).

En cuanto a la constancia de la *forma*, también es bien conocido el hecho de que cuando el objeto se percibe desde distintos puntos de observación (desde arriba, lateralmente, etc.) varía la *forma* de su imagen en la retina. Pero, el objeto se identifica siendo percibido según su forma real que se mantiene constante aunque cambie el punto de observación, distancia e inclinación. En la experiencia perceptiva la mesa redonda se identifica en tal forma y no en forma ovalada, sin que cambie la percepción del objeto al cambiar la perspectiva. La investigación y la experiencia cotidiana muestran que el tamaño y la forma percibidos generalmente se corresponden con los tamaños y las formas reales de los objetos, más que con sus imágenes en la retina. La teoría de la Gestalt señala que tamaño y forma constituyen *conjuntamente* una totalidad perceptiva, integrándose sus elementos en el patrón global de la imagen. (F. Trespalacios, 2004).

En la percepción de la identidad del objeto y las constancias perceptivas de tamaño, forma y color confluyen experiencias multisensoriales y el conocimiento adquirido en el variado trato con las cosas; conocimiento disponible en la memoria permanente y recuperado de la misma en las situaciones y circunstancias pertinentes.

En resumen, a pesar de que las imágenes en la retina sean cambiantes y diversas, los objetos se perciben con su propia forma y tamaño constantes, resultante del procesamiento inicial, guiado por los datos sensoriales (de abajo-arriba), que se integra con el procesamiento guiado por los resultados de las experiencias, expectativas e ideas del sujeto (de arriba-abajo) que actúa constructivamente en la percepción. Esto es, a partir del estímulo sensorial, el sujeto interpreta, identifica y comprende hechos, objetos y escenas en función de sus experiencias, expectativas y saberes previos, conforme a la naturaleza activa en la percepción.

5.5. Percepción de la forma y organización perceptiva: el todo y las partes

Un conjunto de objetos relacionados, al menos espacialmente, configuran perceptivamente una *escena visual*, con cierta estructura o forma de organización. Al enfocar la atención, se percibe la escena visual como un *todo*: un rebano de ovejas o una

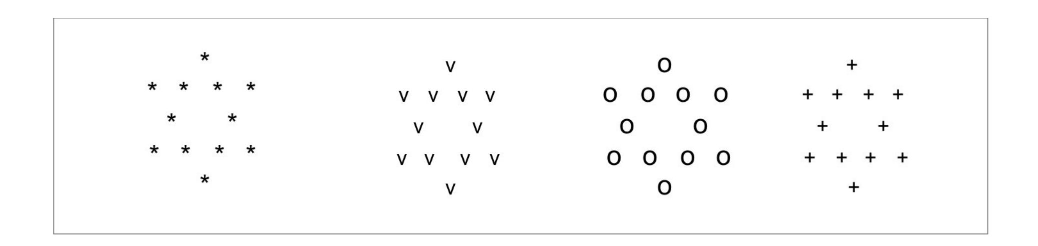
familia cenando en el salón. La percepción humana muestra una propensión a estructurar u organizar perceptivamente la *escena visual* en un todo o totalidad, que se inscribe en la predisposición general a percibir el mundo como algo organizado y coherente.

Predisposición también a estructurar u organizar perceptivamente las partes componentes o elementos constitutivos de un *objeto* singular. Éste es percibido globalmente, como un todo, con su propia configuración, como unidad discreta, localizada, distinguible y separable de los demás. Los elementos sensorialmente detectados en el estímulo o imagen de entrada (líneas, intersecciones, esfericidades, bordes), se configuran y perciben *globalmente* como un *todo*, que predomina sobre sus partes. El triángulo o la ardilla se perciben respectivamente como una configuración, con su forma o estructura peculiar. En función de la forma de ese roedor tienen sentido sus partes componentes o elementos que describen perceptivamente tal objeto (cola peluda, patas cortas, cabeza con su hocico saliente, afilados dientes, etc.).

Por tanto, inicial organización perceptiva de *escenas* y de *objetos*, que se manifiesta como *precedencia* y *primacía* en la percepción de *totalidades,* con preferencia sobre sus partes componentes. Esto es, una clara propensión a la percepción del estímulo o configuración de estímulos según una organización *global*, como forma básica de la *organización perceptiva.*

La *precedencia* significa que, en el orden *temporal*, la percepción del todo, de la estructura global, precede al ulterior análisis de sus partes componentes. El peral se percibe primero como un *todo*; después su tronco, ramas, hojas y flores o frutos. Ese objeto se percibe e identifica como un perro (ni cabra, ni oveja) que es el todo; después, los rasgos diferenciales de sus orejas, patas, rabo, etc. que, pueden caracterizarlo además como podenco, galgo o caniche. Por tanto, procesamiento de la estructura global que precede temporalmente al procesamiento de las partes, características locales o particularidades, en un proceso analítico subsiguiente; siendo también esta la índole y orden del proceso de aprendizaje.

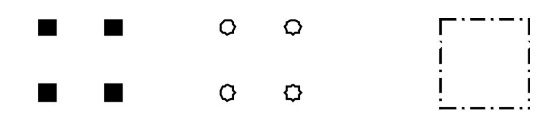
La *primacía* significa que, en la percepción, la configuración del *todo*, se impone a las partes, cuyo sentido depende del *todo* a que pertenecen. El sentido y propiedades de las partes derivan de su posición o función en la configuración o su relación con el significado global. Una vía férrea se percibe primariamente como una configuración longitudinal, que se pierde en el horizonte; no como un agregado de elementos discretos: raíles, más traviesas, más catenaria, etc. La estructura o configuración del balón de rugby prima sobre sus piezas, texturas, colores, etc. Es decir, perceptivamente el *todo* muestra una superioridad sobre las partes o elementos, como contenido inmediato y primario de la percepción. El estímulo o configuración de estímulos se percibe primariamente como un *todo* globalmente estructurado, delimitado, localizado y distinto de otros *todos.* Obsérvese cómo la percepción de estrellas precede y prima respecto de sus distintos componentes.



Por tanto, lo que precede y prima en la percepción humana es la forma o configuración global de la ardilla, del árbol, la columna jónica, el canguro, la célula procariótica vista en el microscopio, la familia cenando en el salón o el inicial aprendizaje sobre la Península Ibérica. Precedencia y primacía del *todo* sobre sus partes, también en el plano del significado.

Fueron los psicólogos de la Gestalt (Wertheimer, Kofka, Köhler)) quienes pusieron de relieve la naturaleza organizada de la experiencia perceptiva, en que el "todo" es perceptivamente superior, anterior y distinto a la suma de las partes, resaltando la primacía y precedencia de la *totalidad* en el plano del objeto y el significado. La Gestalt, (*forma, figura, configuración*, *patrón*) es decisiva en la percepción, organizándose configuralmente la personal experiencia perceptiva.

Se rechazó, pues, la explicación del asociacionismo elementalista, que concebía la percepción como suma de elementos; sin tener en cuenta que con los mismos elementos puede obtenerse una organización perceptiva distinta, como ocurre, por ejemplo, al cambiar de clave una melodía y que con elementos distintos se obtiene una misma organización perceptiva, percibiéndose como un cuadrado: cuatro círculos, cuatro pequeños cuadrados o un conjunto de segmentos, según su distribución en el plano, en que el todo se impone a las partes o elementos.



La teoría de la Gestalt ha recobrado notable relevancia en la psicología actual. Sus principios o leyes sobre la organización perceptiva han sido objeto de sucesivos análisis y estudios experimentales, confirmando y matizando sus conocidos enunciados nomológicos. (Navon, 1977; Wickelgren, 1979; Kubovy y Pomerantz, 1981; Bruce y Green, 1990; Palmer, 1999; Kubovy, 2000; Shipley y Kellman, 2001).

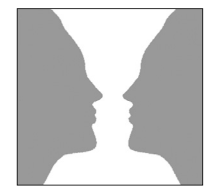
En primer lugar, según la teoría de la Gestalt, objetos y escenas visuales se articulan perceptivamente en ***figura*** y ***fondo***, como organización o configuración básica de la percepción, dividiendo la escena visual en dos áreas, una envuelta por la otra.

El objeto, como *figura*, se percibe sobre un *fondo*, que puede tener características muy diversas. La figura destaca sobre el fondo: la *vaca* paciendo en el *campo*, la *barca* pescando en la *bahía*, el *deportista* lanzando la pelota desde un lado del *rectángulo* de juego, la *familia* cenando dentro del *salón*. La configuración *figura-fondo* es, pues, un principio fundamental de la organización perceptiva, en que la *figura* precede y destaca *sobre un fondo*, siendo la percepción configuradora o productora de la forma o figura. Esto es, la escena visual se percibe automáticamente como una configuración organizada en dos áreas: una más estructurada, que aparece como objeto (*figura*) y otra percibida como una extensión más difuminada, retrasada o alejada (*fondo*).

La vinculación del sistema perceptivo visual al *contorno*, implica una clara prioridad de la *figura*, que tiene límites, contornos o bordes definidos, carácter compacto, apareciendo como cerrada sobre si misma y adelantándose sobre el fondo que la envuelve. Es el área más estructurada, correspondiente al objeto y destacando sobre el *fondo*, que aparece más indiferenciado o difuminado, extendiéndose por detrás como *marco* de la figura, en cuya configuración influye.

Figura	***Fondo***
Forma delimitada por un contorno.	Desprovisto perceptivamente de forma.
Resalta sobre el fondo.	Se extiende por detrás.
Objeto con significado.	Carece de significado directo.
Color denso y sólido.	Color diluido.
Más cercana al observador.	Más distante del observador.
Retenida mejor en la memoria.	Difícilmente retenido.
Envuelta por el fondo.	Envolvente de la figura.

Los experimentos sobre el fenómeno de figuras reversibles en que se alterna la percepción de un área como figura y la otra como fondo y viceversa, ponen de manifiesto que la percepción de una y otra área como figuras resulta forzada e inestable. Como puede comprobarse en el caso de las caras/copa, sólo es posible una visión alternativa de una u otra figura, percibiéndose como *figura* bien una copa, bien dos caras frente a frente.



Sucesivas investigaciones han mostrado la preferencia del sistema visual por la *figura* como componente sustancial de la escena, según las características antes enumeradas. También indican que la figura focaliza la atención, siendo superior la activación cognitiva respecto de aquella.

En la personal experiencia perceptiva intervienen, pues, los datos sensoriales de la realidad exterior así como el procesamiento automático, no consciente, que lleva a cabo el sistema perceptivo.

¿Qué factores influyen en la configuración? ¿Qué principios rigen en la organización perceptiva? En igualdad de circunstancias, la precedencia y primacía de la configuración perceptiva responde a los principios que, en gran medida, actúan automáticamente, como se ha indicado.

1. Principios sobre ***articulación*** de la organización perceptiva en ***figura y fondo***. Un área o aspecto de la configuración estimular se percibe como *figura* y otra como fondo, según los factores siguientes:

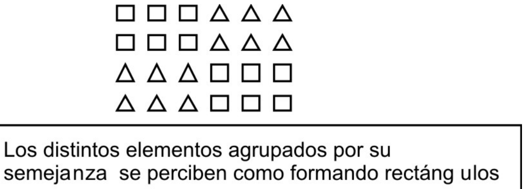
> *Convexidad*: las áreas que aparecen como convexas se perciben preferentemente como *figura* y las concavidades como *fondo*, con una prioridad de las convexidades respecto de las concavidades. Repárese en que los objetos naturales, como animales y plantas, tienden a ser convexos. (Kanizsa, 1986).
>
> *Simetría*: las áreas simétricas tienden a configurarse como *figura* y las asimétricas como fondo. Adviértase que en la simetría *bilateral* una mitad es repetición de la otra mitad, respecto del eje de simetría, implicando una redundancia que favorece la información y refuerza la identificación del objeto. Repárese igualmente en la abundancia de simetría en los seres pertenecientes a las categorías naturales. Análogamente, en la simetría *radial* el contenido informativo de un sector circular se repite en los restantes, como ocurre, por ejemplo, en la percepción de una rueda.
>
> *Tamaño relativo*: el área de la configuración estimular de tamaño relativamente más reducido tiende a percibirse como *figura* y el resto como fondo, articulándose el área envuelta como figura y como fondo el área envolvente.
>
> *Orientación*: la determinación de la *figura* respecto del fondo es favorecida por la orientación vertical u horizontal, como primacía o prioridad a percibir como figura lo vertical u horizontalmente orientado, en detrimento de las orientaciones oblicuas. La configuración de la forma se realiza primariamente con referencia al eje principal de orientación. (Humpheys, 1984).

2. Principios sobre ***agrupación perceptiva*** de los estímulos. En determinadas condiciones, los elementos se agrupan percibiéndose como totalidades o configuraciones de la escena visual. El estudio del agrupamiento (*gruping*) constituye actualmente un importante foco en la investigación.

Proximidad: los estímulos visuales más próximos entre sí propenden a percibirse organizados en una totalidad perceptiva, que difiere según las relaciones de proximidad, como se observa en la figura. Experimentalmente se ha comprobado la existencia de una relación inversa, de modo que al aumentar la distancia entre los elementos desaparece el efecto de agrupamiento (Pomerantz, 1981). En el estudio del factor de proximidad y sus efectos en la percepción Kubovy, (2000) ha elaborado interesantes modelos matemáticos.

Según la proximidad, los mismos cuadrados se agrupan configurando bien filas o bien colu mnas

Semejanza: los estímulos visuales semejantes entre sí tienden a percibirse agrupados, configurando totalidades perceptivas. Este principio o factor de semejanza ha sido estudiado experimentalmente con metodología diversa en distintos marcos conceptuales como en la teoría de la codificación y en el procesamiento de la información. (Garner, 1978; Julesz, 1981; Restle, 1982).



Los distintos elementos agrupados por su semejanza se perciben como formando rectáng ulos

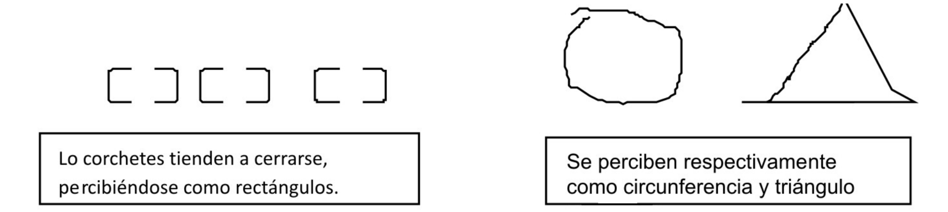
Continuidad o *dirección*: el principio de buena continuación o dirección indica que, en igualdad de circunstancias, tienden a percibirse como integrando una misma figura los estímulos con continuidad suave, sin cambios bruscos. (Restle, 1982).

Pertenencia a un área común: los objetos tienden a agruparse por su pertenencia a un área común, configurando una totalidad (Palmer, 1992).

3. Principios de las ***propiedades de las unidades perceptivas***, concernientes a los atributos de las totalidades o configuraciones percibidas.

El principio de la *pregnancia*, con su derivada *ley del cierre o clausura*, es considerado como el de mayor potencia relativa en el conjunto de los principios de la organización perceptiva. La palabra alemana *prägnanz*, simplemente transpuesta al español como *pregnancia*, equivale a *buena figura*. Se refiere a la organización perceptiva de la configuración estímular de modo que resulte la configuración de mayor simplicidad, estabilidad, de mejor forma posible y más completa. Denota la propensión del sujeto a perfeccionar perceptivamente la figura, eliminando rasgos discordantes, de manera que resulte lo más completa y definida posible. Por ejemplo, se perciben como una circunferencia y un triángulo respectivamente dos dibujos, a mano alzada, muy incompleta y deficientemente trazados, a pesar de sus irregularidades geométricas.

La denominada *ley del cierre o clausura*, derivación o corolario del principio de la pregnancia, indica que, entre dos posibles configuraciones, se tiende a percibir una configuración cerrada con prioridad sobre una abierta. En la percepción se propende, pues, a cerrar la figura sobre si misma para alcanzar una organización en que se completan lagunas cuando sea necesario, tal que resulte la configuración más simple, lógica, acabada y completa.



En definitiva, la *pregnancia* se refiere al hecho de que, ante un estímulo complejo, la percepción optima, más rápida, precisa y significativa, corresponde a la forma más destacada, que es más simple, equilibrada, redundante, centrada y completa. Las figuras percibidas propenden a completarse, hacerse *simétricas* y *cerrarse*, eliminando *detalles innecesarios*. El *significado* atribuido a lo percibido integra el proceso perceptivo mismo, manifestándose también en el *recuerdo* de lo percibido. Así, por ejemplo, cuando se trata de recordar algún objeto, escena o acontecimiento se agregan elementos, añadidos por el sujeto para hacerlo comprensible o significativo.

En resumen, precedencia y primacía en la percepción *global* del estímulo o configuración de estímulos, como propensión del sistema perceptivo, que implica organización y sentido. La configuración o estructura global es la forma básica de la organización perceptiva, en que el *todo* precede y se impone a sus partes, elementos o particularidades, cuyo sentido deriva del *todo* a que pertenecen, las cuales son subsiguientemente procesadas analíticamente. El contenido inmediato y primario de la percepción es, pues, una *totalidad*, percibiéndose el estímulo o configuración estimular globalmente estructurado, delimitado, localizado y distinto de otros *todos*, conforme a unos principios perceptivos entre los que destaca el referente a la configuración figura/fondo.

Conforme a la propensión a percibir el mundo de modo organizado y coherente, el aprendiz, como activo procesador de la información en la elaboración del conocimiento, configura o estructura la información en busca del significado. Por consiguiente, las presentaciones docentes estructuradas o fácilmente estructurables por el sujeto que aprende favorecen su interpretación, comprensión, integración cognitiva y prolongada retención del contenido.

5.6. Reconocimiento del objeto, categorización y significado

La percepción humana, como proceso cognitivo, es más que el inicial registro por los órganos receptores de las sensaciones luminosas o sonoras provenientes del estímulo. Sobre la base de los estímulos sensoriales, la percepción implica identificación, *reconocimiento* y categorización del objeto, como lo que es y significa: golondrina o murciélago, manzana o papaya, cabo o golfo, paraguas o bastón, olor propio de la gasolina o de la colonia,

Ciertos sujetos afectados de *agnosia*, por daños cerebrales, pueden captar sensorialmente un estímulo, detectando visualmente el objeto; pero, fallan en su identificación (reconocimiento de patrones), no siendo capaces de reconocerlo y categorizarlo como lo que realmente es, confundiendo, por ejemplo, el pie con el zapato, un paraguas plegado con un bastón o un sombrero con una cabeza, (Sacks, 1987; Gazzaniga y otros, 2000).

¿En qué consiste el proceso de reconocimiento de los objetos y su representación mental? Según los diferentes tipos de imprenta o trazados manuscritos, la letra “t” se presenta visualmente en tamaños, formas o inclinaciones diferentes, a lo que corresponden diferentes imágenes en la retina (estímulo proximal).



Así mismo, son diferentes las imágenes retinianas de un oso observado desde distintas distancias, posiciones o puntos de vista (desde arriba, por atrás, de costado, alejado, cercano, etc.).

Pues, bien, los distintos tipos de dicha letra son reconocidos con arreglo a un mismo *patrón* "**t**" e igualmente el mencionado animal es siempre reconocido con arreglo al correspondiente *patrón* "oso". Pese a que el estímulo visual se presente inicialmente en tamaño, distancia, forma o posición diversas, se trata de *estímulos equivalentes* respecto de un mismo patrón. Aunque difieran las relativas imágenes en la retina, el objeto es reconocido según el respectivo *patrón*.

¿En qué consiste ese proceso de reconocimiento de patrones? El conjunto de datos sensoriales del estímulo o configuración estimular (contornos, vértices, etc.) registrados por los sentidos se *comparan* automáticamente con el patrón o representación mental ya disponible en la memoria. Si hay ajuste entre ambos, el objeto es reconocido.

Se han formulando varias explicaciones sobre el modo en que se codifica el estímulo o configuración de estímulos entrante y la índole de las representaciones mentales o patrones, disponibles en la memoria, que operan en el reconocimiento.

La teoría de ***comparación de plantillas***, suponía que el estímulo visualmente detectado (imagen entrante) se compara con la serie de plantillas o patrones específicos disponibles en la memoria hasta encontrar la que se ajusta al estímulo, siendo entonces reconocido. Por ejemplo, el estímulo **Z** visualmente detectado se ajusta a una de las plantillas almacenadas en la memoria [*Z*] en virtud de aprendizaje previo.

Pero, un estímulo visual puede presentarse con ciertas variaciones de tamaño, orientación o perspectiva, como ocurre, por ejemplo, con los caracteres manuscritos, no ajustándose con precisión a la plantilla definida. Si hubiera de disponerse de una plantilla para cada tamaño, inclinación, etc. aquellas serían innumerables, resultando además extraordinariamente lento y laborioso el proceso de comparación del estímulo o imagen entrante con cada una de las plantillas, hasta encontrar aquella a que se ajusta. Pero, las experiencias muestran que los objetos, con sus múltiples variaciones, son reconocidos de modo rápido y preciso, incluso cuando una parte del estímulo se halle oculta, incompleta o borrosa, lo que indica que el sistema perceptivo visual utiliza un procedimiento más flexible y operativo. Por tanto, este modelo, extremadamente rígido, no explica los complejos procesos del reconocimiento de objetos de que es capaz el ser humano.

La detección de *rasgos* o características se basa en la idea de que los objetos están conformados por ciertos rasgos *distintivos* o componentes detectables que los caracterizan y diferencian a unos de otros, en cuya virtud se reconocen e identifican. Por ejemplo, Eleanor Gibson mostró, respecto de las letras, que estas tienen determinados rasgos *distintivos*, constituidos por *rectas* (verticales, horizontales y diagonales) *curvas* (cerradas y abiertas) y *ángulos* o *intercesiones*. (E. Gibson, 1969).

Una interesante comprobación fue que se requería más tiempo para discernir e identificar dos letras que comparten determinadas características, como P y R o bien F y E, que cuando eso no ocurre, como en el caso de las letras O y V o las letras M y C (Garner, 1979; Larsen y Bundsen, 1996).

En virtud del aprendizaje, se almacena en la memoria un inventario o lista sumaria de los rasgos distintivos de cada letra, por ejemplo: dos diagonales, cruzadas, en su punto medio. El sistema visual detecta la presencia o ausencia, de ciertos rasgos distintivos en una letra. Si coinciden con la breve lista de rasgos disponible en la memoria, entonces la letra es reconocida como tal (X). Los rasgos distintivos de cada letra permanecen constantes. (*x* **X** x X **x** X *X)*.

Repárese en que con un limitado conjunto de rasgos se forman las 28 letras del alfabeto, con las que, a su vez, se pueden componer decenas de miles de palabras. Análogamente, con un limitado número de rasgos o características distintivas se configuran y pueden describirse una innumerable cantidad de objetos. Aunque muchas investigaciones se han realizado con letras y números; lo que se pretende es averiguar cómo operan los rasgos o características distintivas en el reconocimiento de cualquier tipo de imágenes como las que ilustran este libro o las figuras en una pintura al oleo. Así como cada letra se caracteriza por un reducido conjunto de rasgos, también los demás objetos pueden reconocerse en virtud de un limitado número de características que configuran y describen cada objeto, distinguiéndose de los otros.

Según este modelo, el sistema perceptivo detecta los rasgos distintivos, componentes o características del estímulo visual, comparándolos con las características de las *representaciones* del objeto disponibles en la memoria, siendo reconocido el objeto si aquellas se corresponden con estas. Por ejemplo, al saber (conocimiento previo disponible en la memoria) que las *aves* y solo ellas tienen las características o propiedades *a, b, c.* Cuando el sistema visual detecta un objeto con los rasgos o características *a, b, c*, entonces se reconocerá ese objeto como *ave*.

Sin embargo, este modelo de reconocimiento no tiene en cuenta un factor tan importante como son las *relaciones espaciales* entre los elementos. En el caso de reconocimiento de letras, cada una se identifica no solo por las líneas que la componen; sino también por sus relaciones espaciales, que confieren una estructura propia a cada letra. Por ejemplo, las letras la H o la Z, están ambas formadas por tres segmentos rectilíneos; pero, las relaciones espaciales entre tales líneas, con sus ángulos, conforman una distinta configuración o estructura, según unas reglas de construcción. Si varía la posición de la Z, al rotar 90º, ese estímulo corresponderá ya a la N.

La *descripción estructural* se funda precisamente en la idea de que tanto o más importante que los rasgos en si mismos, son las *relaciones* entre ellos, conformando una estructura. Es decir, la descripción estructural incluye las relaciones que describen las conexiones entre las partes, constituyendo una configuración típica. Por ejemplo, son descripciones estructurales las siguientes: T= vertical que, en su

extremo superior soporta una horizontal apoyada en su punto medio. L= vertical apoyada en el extremo izquierdo de la horizontal situada en la parte inferior.

La cara de una persona no es meramente una serie de rasgos: ojos, boca, frente, etc. Las relaciones entre los mismos son decisivas en la conformación o configuración de una cara, según unas reglas muy precisas: ojos a la altura del arranque de la nariz, simétricos al eje de la misma, boca mas abajo en la prolongación de dicho eje, etc. (Concretamente la peculiaridad de la percepción de caras humanas, individuales, de índole *holística*, ha sido objeto de múltiples investigaciones).

Asimismo, este modelo supone que en la memoria se hallan disponibles estructuras descriptivas de objetos o esquemas de clases de objetos, a base de proposiciones relevantes, como las contenidas en los enunciados anteriores respecto de las letras T y L. Por ejemplo, si la estructura de rasgos espacialmente relacionados, visualmente detectada, coincide con la descripción disponible en la memoria (curva cerrada por una vertical a la izquierda), entonces aquello se identificada como la letra D (previamente aprendida). Por tanto, la configuración estimular o estructura detectada por el sistema visual, como información relevante, es *comparada* con la representación mental o esquema descriptivo disponible en la memoria (conocimiento previo) conduciendo al reconocimiento del objeto. (Bruce, 1988; Bruce y Green, 1990; Markman, 1999).

Cabe consignar que los *vértices*, en cuanto elementos *relacionantes*, son rasgos especialmente relevantes en la configuración de áreas o partes, contornos o *bordes*. Experimentalmente se comprobó que, al borrar vértices en dibujos de ciertos objetos, se incrementaba sensiblemente el tiempo de reconocimiento y el número de errores, en exposiciones en el taquitoscopio de 100 milisegundos. (Biederman, 1995).

Igualmente se verifico que, en el reconocimiento de objetos, los vértices son más determinantes que otros elementos como el color o la textura, mostrando varios experimentos que dibujos esquemáticos, a base de líneas, con vértices, eran reconocidos con la misma prontitud y precisión que las fotografías en color de los mismos objetos. (Biederman y Ju, 1988).

En la línea del modelo estructural, el denominado **reconocimiento por componentes** considera que los objetos se configuran perceptivamente a base de unos componentes tridimensionales simples llamados *geones* (*geons*: abreviatura de *geometric ions)*. Cualquier objeto es visualmente percibido como una combinación de algunos de dichos componentes volumétricos (cilindros, troncos de cono, cubos, cuñas, arcos tubulares, etc.) que en su conjunto se limitan a 36 *geones*. (Biederman, 1987; Biederman y Bar 1999).

Es decir, con un reducido número de geones espacialmente relacionados, combinados en distintas posiciones, permiten describir estructuralmente y reconocer objetos complejos. En muchos casos, la combinación de tres *geones* ya puede suministrar información suficiente para el reconocimiento de un objeto 3D. Pero,

Biederman insiste en que son decisivas las relaciones espaciales entre dichos componentes entre sí, configurativas del objeto, que operan en su reconocimiento. Por tanto, análogamente a la combinación de rasgos formando letras y de letras formando palabras, los geones se combinan formando objetos. Asimismo, las significativas *representaciones* mentales de los objetos están configuradas de este modo, como indica Biederman. Obsérvese que estos dos objetos difieren por la distinta combinación de los mismos geones que los componen.





Cuando dos objetos tienen una semejante estructura o composición de geones, como ocurre, por ejemplo, con la manzana y el melocotón, ambos con el mismo *geón* básico, entonces se utilizan otras características perceptivas, como *tamaño*, *color* o *textura* de su superficie. Asimismo el modelo explica el reconocimiento de objetos, aun cuando se perciban desde ángulos o perspectivas inusuales (automóvil visto desde una 8ª planta) o se hallen parcialmente ocultos por otros que se anteponen (un ciervo entre los árboles del bosque). La esencial flexibilidad de tales relaciones configurativas o estructuras mentales posibilita el reconocimiento del objeto, aun cuando la percepción esté limitada por el carácter incompleto, reducido, fragmentario o fugaz del estímulo.

La identificación de formas y reconocimiento del objeto se produce por el ajuste o conformidad entre el estímulo entrante y el patrón, representación o esquema cognitivo disponible en la memoria de sujeto. operando el sistema visual con un conjunto integrado de rasgos, percibidos como una configuración o *todo* estructurado, bien resaltado en la teoría de la Gestalt.

El reconocimiento de objetos es, pues, un procesamiento en el que concurren los datos sensoriales suministrados por el estímulo físico y las respectivas representaciones mentales o patrones ya disponibles en la memoria, resultantes de las experiencias o saberes del sujeto, incluidas sus expectativas y el contexto.

Efectivamente, no hay percepción sin un *estímulo,* presente en el entorno, puesto que "potencialmente los estímulos están, desde luego, en la realidad física —de la que proceden y a la que representan— no siendo creaciones de los sentidos" (Pinillos, 1982, p. 171).

Pero, el reconocimiento de los objetos no puede explicarse satisfactoriamente basándose única y exclusivamente en los datos provenientes del estímulo físico sensorialmente detectado. Por tanto, el símil de la cámara fotográfica es inapropia-

do respecto de la percepción visual. Aquella es un dispositivo o mecanismo meramente receptivo, pasivo; mientras que el sujeto percipiente es activo, elaborativo, constructivo, conforme a sus propios saberes previos, expectativas y necesidades funcionales, a cuyas operaciones subyace la búsqueda de sentido o significado. La percepción, como proceso cognitivo, no responde siempre y exactamente a una correspondencia con el mundo físico. De aquí fenómenos como las percepciones subjetivas o ilusorias.

A veces, una reducida información sensorial es suficiente para el reconocimiento y atribución de significado, como ocurre en el caso de palabras con ausencia de alguna letra en su escritura o palabras defectuosamente pronunciadas, que, no obstante, son enteramente percibidas e identificadas. Análogamente, son identificados objetos parcialmente ocultos por otros que se interponen. El sujeto como agente del proceso perceptivo extrae activamente información de los datos recogidos por los órganos sensoriales, interpretándolos en función de sus esquemas o representaciones mentales resultantes de las experiencias o conocimientos previos, de sus expectativas y del contexto, atribuyéndoles significado. A partir de los datos sensoriales, la percepción implica, pues, un proceso de elaboración o la construcción mental realizada por el sujeto percipiente. En definitiva, es la persona quien percibe, funcionando la mente humana como una unidad. Por otra parte, el proceso perceptivo puede comportar la modificación de una representación o reconstrucción de un esquema cognitivo anterior, que constituye una forma de aprendizaje.

En el reconocimiento de objetos o escenas las **expectativas** tienen una considerable influencia en la medida en que el sujeto anticipa mentalmente lo que cabe esperar que se presente en determinadas situaciones, circunstancias o contextos, contribuyendo al más rápido reconocimiento del objeto. En virtud de las experiencias previas y conocimiento de las regularidades que ocurren en el mundo, se espera, pues, que, en determinados situaciones se produzcan determinados hechos y se encuentren ciertas configuraciones.

Por ejemplo, un alumno entra en clase, a primera hora, con la *expectativa* de encontrar a la profesora de Geografía, a la que inmediatamente reconocerá, sin necesidad de un pormenorizado análisis de sus rasgos distintivos: talla, cabeza, cara, pelo, etc. Guiado por muy pocos datos sensoriales, enseguida se confirman sus expectativas en tal contexto, reconociendo el objeto o escena con eficacia, rapidez y precisión. Lo que se espera ver, las *expectativas*, intervienen regulando la operaciones de búsqueda y permitiendo reducir el muestreo o análisis de todos los datos sensoriales concernientes al estímulo o configuración de estímulos. Pero, si un día, a la misma hora, el alumno se encuentra con un policía local o un bombero en la mesa del profesor, le resultará mentalmente más laborioso el análisis, identificación, reconocimiento y categorización del estímulo como agente del orden público o como especialista en la extinción de incendios respectivamente.

A tenor de sus propias experiencias, conocimientos y expectativas, el aficionado al fútbol atiende a las efectivas combinaciones entre los jugadores, la precisión en los pases de la pelota, sus desplazamientos, etc. que propician las ocasiones de gol y su logro. En cambio, la persona que desconozca este deporte percibirá a unas personas en pantalón corto, corriendo por el césped y dando patadas a una pelota, sin significado alguno para esa persona.

Asimismo, es notoria la influencia del ***contexto*** en la percepción. En contextos distintos, un mismo estímulo físico puede ser percibido de modo diferente. La misma imagen (**S**) puede ser percibida o interpretada como una letra mayúscula (*Atención SOS*) como un número dígito (*A Madrid* S00 Km.), incluso como una serpiente, símbolo de una banda de malhechores. Igualmente, el mismo estímulo físico es percibido, según el contexto, como la letra B o como el número 13.



Serie A **13.2828404**

La investigación ha puesto de relieve reiteradamente la influencia de conocimiento previo, expectativas y contexto en el reconocimiento de letras y palabras, destacando, por ejemplo, el *efecto de superioridad de la palabra.* Al formar parte de una palabra, una letra se identifica con más rapidez y precisión, que cuando se presenta sola o en un grupo de letras sin relación entre ellas. Asimismo, resulta más fácil el reconocimiento de una palabra en el contexto de una frase u oración, interactuando significado y significante en el procesamiento perceptivo. Incluso cuando faltan casi la mitad de las letras es posible leer palabras y frases u oraciones. El lector puede tener ahora esa experiencia, aunque el segundo caso sea un tanto extremo:

El pl´-t-n es una frut- que ti-n- l- c-sc-ra- -m-r-ll-.

P-r -j-mpl-, e- m-y f´-c-l l- l-ct-r- d- e-t- fr-s-: l- n-r-nj- -s -na fr-t- m-y s-br-s-.

En la comprensión de ambos textos, las letras ausentes se infieren a partir de las anteriores o posteriores, en virtud del contexto, del previo conocimiento lingüístico y del conocimiento del plátano y la naranja, que son frutos, comestibles, con determinado sabor, cáscara, determinado color etc. Pero, si se sustituye plátano por papaya, resultaría más difícil para quien no tuviese conocimiento de esta fruta tropical.

A nivel conceptual, el lector atribuye el significado pertinente a la palabra "polo", de amplia polisemia, según el contexto, en los enunciados siguientes: *Se vistió con un* polo *azul. Aquella tarde de agosto se tomó un* polo. *Vimos el documental sobre un viaje al* polo *Norte. Jugando al* polo *se cayó del caballo.*

Por tanto, *expectativas* y *contexto,* vinculados a la experiencia precedente o conocimiento previo, contribuyen al reconocimiento de los objetos, guiando desde el nivel conceptual el procesamiento del estímulo detectado en el nivel sensorial. En la medida en que las propias experiencias personales o aprendizaje precedente *median y orientan* el procesamiento perceptivo, el resultado puede diferir de un individuo a otro. Cabe mencionar, al respecto, aquel enunciado de los filósofos escolásticos: *quidquid recipitur ad modum recipientis recipitur.* En virtud de la índole constructiva de la percepción no siempre coincidirá exactamente lo que percibe el profesor y lo que percibe el alumno en el mundo real, en las imágenes de la pantalla o en el portaobjetos del microscopio.

Los *intereses* individuales o *motivos* personales influyen en el modo en que cada individuo atiende y percibe diversos aspectos de la realidad. Un ejemplo peculiar son los test proyectivos, como las manchas en el Rorschard. En relación con la influencia de los factores de personalidad en la percepción, se han formulado tipologías *de estilos perceptivos*, como el conocido de dependencia-independencia de campo (Witkin).

Como se desprende de lo expuesto, el reconocimiento e identificación del objeto o la escena implica un procesamiento dual, recíprocamente complementario: procesamiento *guiado por los datos sensoriales* y procesamiento *guiado por los conceptos y expectativas del sujeto.*

En el ***procesamiento guiado por datos***, la incidencia del estimulo en los receptores sensoriales pone en marcha el procesamiento. Los datos sensoriales proporcionados por el estimulo físico, registrados por los receptores sensoriales y muy brevemente retenidos (unos milisegundos) en la memoria sensorial, inician y guían el proceso de reconocimiento del objeto. A partir de los rasgos simples del nivel más básico (líneas, vértices, contornos, áreas de luz y oscuridad, colores) se produce un procesamiento ascendente, hasta alcanzar los procesos cognitivos de nivel superior (más allá de cortex visual primario), por lo que se denomina procesamiento de abajo-arriba. (*bottom-up*).

El ***procesamiento conceptualmente guiado*** implica procesos cognitivos de nivel superior en la interpretación de los datos sensorialmente registrados. Intervienen sus conocimientos acerca del mundo, los resultados de las experiencias previas del sujeto o esquemas cognitivos que refluyen desde la memoria permanente, episódica y semántica, influyendo decisivamente en el procesamiento cognitivo.Median, pues, expectativas, experiencias previas y esquemas cognitivos, activándose el sistema de conceptos del sujeto en la identificación, reconocimiento y categorización del objeto. Se trata, pues, de un procesamiento de arriba-abajo (*top-down*) que completa el proceso perceptivo. (Bar y Ullman, 1996; Becker, 1999).

En la lectura de estas líneas se produce el procesamiento en ambas direcciones, operando la detección sensorial visual de estos signos gráficos y los conocimien-

tos que el lector posee sobre la "percepción", disponibles en su memoria semántica, en virtud de sus propias experiencias, lecturas o reflexiones anteriores. Por tanto, en el reconocimiento del estímulo o configuración estimular y su categorización interactúa el doble procesamiento, de abajo-arriba y de arriba-abajo. (Rumelhart y McClellland, 1982; Rueckl y Oden, 1986: Jordan y Bevan, 1994).

Por tanto, a partir de la detección sensorial de los rasgos distintivos y configuración del estímulo, en virtud del procesamiento dual descrito, el objeto es reconocido e identificado según su pertenencia a una clase o categoría, completándose el proceso perceptivo, en el nivel del significado. Efectivamente, el objeto percibido se encuadra dentro de una clase, como perteneciente a una categoría de entre el gran número y diversidad de las posibles. Es decir, cuando una persona enfoca la atención y percibe un objeto, trata de determinar qué clase de cosa es, a qué categoría pertenece: categoría *ave*, categoría *roca,* categoría *herramienta* o categoría *calvo.*

La ***categorización*** o adscripción de un objeto a una clase, su clasificación como miembro de una categoría, supone asignarle características, atributos o propiedades de tal categoría, vinculando al objeto la pertinente información disponible en la memoria semántica sobre la misma, que implica atribución de significado. Incluir un ser como miembro de la categoría *gato* significa adscribirle las conocidas características o atributos de esta categoría: *cuerpo cubierto de pelo, rabo largo, uñas puntiagudas, capacidad trepadora, cazador de ratones, etc.*

Comprender lo que es un objeto equivale a determinar su *pertenencia* a una categoría. El *procesamiento a nivel de categorías* en que se dilucida qué clase de cosa es el objeto, a qué categoría pertenece (ave, anfibio, roca, metal, automóvil, etc.) es un procesamiento en *el nivel de significado.*

Naturalmente el proceso de categorización perceptiva se refiere a objetos *concretos*, sean objetos naturales u objetos artificiales fabricados por el ser humano, correspondiendo las categorías perceptivas al menor grado de abstracción. Pero, en general, el sistema de categorías, como sistema de significados, comprende distintos grados de abstracción, según el nivel propio de cada categoría (gorrión, pájaro, ave, animal, ser vivo).

En resumen, la percepción como proceso cognitivo resulta de la *interacción* del estímulo sensorial y la actividad configuradora del sujeto, en un contexto. El sujeto que aprende -aprendiz- como activo procesador de la información, en sus *interacciones* con el entorno, físico y social, extrae información y alcanza la comprensión, construyendo estructuras mentales y esquemas significativos.

Como forma de conocimiento, la percepción, que está en la base de las diversas nociones generales, es el resultado de procesamiento personalmente activo, en que, a partir de la detección sensorial del estímulo físico, operan expectativas, conceptos, imágenes, esquemas cognitivos, generados a lo largo de la experiencia o aprendizaje precedente, disponibles en la memoria, que se activan y refluyen a la

memoria operativa o memoria de trabajo, concurriendo en la elaboración o construcción del significado. En la búsqueda del significado el aprendiz lleva a cabo activamente la exploración perceptiva del objeto y extrae información, adquiriendo conocimiento acerca de las cosas. Por consiguiente, también desde el ámbito de la percepción cabe erigir el principio de actividad como el principio didáctico fundamental.

El proceso perceptivo, circunscrito en unas coordenadas de espacio y tiempo, en cuanto percepción de este objeto o escena, aquí y ahora, proporciona un conocimiento básico acerca de las cosas, que el pensamiento trasciende con la abstracción, más allá de las simples cualidades sensibles elementales. Los *perceptos*, como resultado de la percepción, constituyen la base de los *conceptos* que integran el pensamiento.

6. EL SISTEMA DE LA MEMORIA. LA MEMORIA OPERATIVA

6.1. La memoria humana: estructuras y procesos

Se considera vulgarmente que la memoria humana consiste simplemente en la retención a largo plazo (días, meses, años) de datos numéricos, fechas, nombres, enumeraciones, definiciones e incluso textos más amplios, para su reproducción ulterior, del modo más preciso posible, incluso con idéntica expresión verbal. No se advierte que son también contenidos de la memoria el aroma de la rosa, el sabor del limón, una melodía, un específico movimiento del golf, el camino de regreso a casa, la operación de sumar o el concepto de energía. Los procesos de la memoria operan, pues, respecto de conceptos, imágenes visuales, olores, melodías, movimientos, etc. que no consisten precisamente en la retención y reproducción literal de determinadas expresiones verbales.

Por otra parte, en el propio ámbito de los estudios psicológicos, la memoria humana había sido considerada como un proceso relativamente aislado e independiente del conjunto del sistema cognoscitivo, cuya función consistía en la codificación, almacenamiento o retención y recuerdo de sílabas, trigramas, palabras, etc. de lo que constituye un buen ejemplo las rigurosas investigaciones del alemán Ebbinghaus. (1885).

No obstante, dado el valor de los importantes planteamientos, ideas y procedimientos de investigación que introdujo en el estudio de la memoria, resultan de gran interés los artículos del simposio del centenario de Ebbinghaus publicados en el Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition. (Vol. 11, 1985).

Durante mucho tiempo fueron escasos los análisis de la memoria humana como estructura cognitiva cuyos procesos intervienen decisivamente en la adquisición del conocimiento y uso del mismo en la cognición y la acción. Los estudios sobre la memoria se ocuparon de la precisión de la retención y su duración más que de la función y operaciones de la memoria en el marco del sistema cognitivo, en los procesos de percepción, razonamiento, lenguaje, solución de problemas o toma de decisiones.

En el ámbito escolar o académico frecuentemente suele vincularse la memoria a la adquisición, retención, recuperación y reproducción *literal*, en un momento dado, de contenidos verbales, sin ser, a veces, comprendidos por el aprendiz, por falta de elaboración de significados en el proceso de adquisición o aprendizaje inicial. Sin embargo, la retención de expresiones verbales y su mecánica reproducción literal ulterior, sólo corresponde a una de las posibilidades de la memoria humana, que se manifiesta en el aprendizaje literal o verbalista, impropiamente aludido con la expresión “aprender de memoria” como sinónimo de carencia de significado o comprensión. Aunque ese fenómeno ocurra con más frecuencia de la debida; sin

embargo, la memoria humana dista mucho de reducirse a eso, pues los estudiantes también aprenden, retienen y recuerdan conceptos, proposiciones, esquemas mentales, teorías, hipótesis, etc. que constituyen contenidos de la memoria, evocados y utilizados en la elaboración de nuevos conocimientos, el razonamiento, la resolución de problemas, la toma de decisiones y la acción humana en general.

Por otra parte, cabe también resaltar que no existe incompatibilidad intrínseca entre el recuerdo y reproducción literal de textos y la comprensión del significado. Por ejemplo un estudiante de Derecho puede recordar literalmente, *ad pedem litterae*, determinado artículo del código civil sobre la propiedad y comprender plenamente su significado. Un estudiante de Química puede recordar con precisión la tabla periódica de los elementos, aplicando consciente y significativamente este tipo de conocimiento en las actividades pertinentes.

Por otra parte, ciertos datos literales o alfanuméricos, retenidos o almacenados en la memoria no requieren comprensión, en sentido estricto; constituyendo el resultado de un proceso asociativo, como un número de teléfono asociado al nombre de determinada persona o institución o bien el nombre Oslo asociado al nombre Noruega, como su capital. Muchos hechos o datos de ese tipo, que necesariamente han de ser aprendidos, requieren ser codificados, retenidos y recordados con la máxima precisión. Si se olvida una sola cifra del teléfono del colegio, no se podrá hablar con el director, si se altera una sola letra pidiendo un billete para Olso o Loso, será difícil viajar a la capital noruega; mientras que si no se repara el la primera letra del indicador del tren, uno puede aparecer a orillas del rió Carrión en vez de a orillas del Turia. (Palencia/Valencia).

Pero, aparte de ese necesario tipo de aprendizaje, habitualmente las personas retienen el significado de lo oyen, ven o leen, que constituye conocimiento semántico o conceptual, olvidando pronto la expresión exacta de los enunciados, empleando sinónimos o distintas formas de construcción de frases u oraciones para expresar el mismo concepto o proposición. Asimismo, determinado acontecimiento pasado o conocimiento episódico puede relatarse de formas distintas. Por otra parte, los procedimientos u operaciones que componen determinadas destrezas o conocimiento procedimental resultan de difícil expresión verbal, siendo generalmente sustituida mostrando la ejecución de la tarea. Por tanto, el maestro muestra al aprendiz -que tratará de imitarle- cómo debe cogerse el lápiz, cómo se dibuja una circunferencia a mano alzada, cómo se gira el volante o cómo se colocan y mueven los dedos en el teclado del piano.

Una persona puede evocar y utilizar el procedimiento de la suma de fracciones, teclear en el ordenador, montar en bicicleta, hacerse el nudo de la corbata o atarse los cordones de los zapatos. Esta forma de la memoria humana es la denominada *memoria procedimental.*

También puede recordar la cena del día anterior, cierta actividad en el último fin de semana, la pésima película española del mes anterior, que jamás volverá a repe-

tir, las veces que enriqueció su alimentación, en los últimos días, tomando frutas y verduras, el tropezón en las escaleras o la calificación en la pasada prueba de inglés. Se trata de la forma de memoria denominada *memoria episódica o autobiográfica*, de notoria relevancia en el comportamiento presente y futuro.

Asimismo puede retener y evocar hechos, ideas, proposiciones, teorías, etc., que son utilizadas en la adquisición de otras nuevas o en la solución de problemas. Se trata de la forma de la memoria humana llamada *memoria semántica o conceptual*.

Pero, si esas amplias estructuras de conocimiento o conjunto organizado de contenidos no se hallan en la memoria, entonces ¿dónde se encuentran? ¿De dónde proceden los conceptos que se utilizan para comprender otros conceptos nuevos? Se reconoce el peligroso olor a gasolina en virtud de que se evoca o recupera de la memoria ese mismo olor previamente aprendido o adquirido por la experiencia. Sin su previa codificación, retención y recuperación no sería posible apercibirse del problema y tomar ciertas decisiones cautelares. Por tanto, ¡el más sincero agradecimiento a los procesos de la memoria!

La comprensión de la memoria humana no puede limitarse al análisis de la precisión y duración de la retención, con ser tan importantes. Es mas importante analizar sus formas, procesos y funciones en el marco del sistema cognitivo, en el procesamiento de la información, la cognición, la acción y el aprendizaje en general.

Dada su intervención en los distintos procesos cognitivos, la memoria humana ocupa una posición central en la estructura del sistema cognitivo humano. Para valorar la función de la memoria en la cognición y la acción humana basta con imaginarse la situación de la persona afectada de amnesia, incapaz de reconocer a sus propios familiares o amigos, de recordar el camino de vuelta a casa o incluso su propio nombre. Asimismo podrían imagínense situaciones en que el aprendiz no fuese capaz de recordar el contenido de la frase inmediatamente precedente o incapaz de retener lo que "se lleva" en una operación de multiplicar.

¿En que consiste el sistema de la memoria humana? ¿Cuál es su arquitectura funcional? En una primera aproximación, adviértase que el nuevo número telefónico, que acaba de verse u oírse, apenas se retiene durante la tarea de marcarlo, en comparación con la duradera retención y fácil recuerdo del número del propio teléfono. En el primer caso se trata de una retención transitoria, de breve duración, que muy pronto se desvanece, si no se sigue repitiendo; sin que tampoco interese su prolongada retención. En el segundo caso, se trata de una retención duradera, resultante de un aprendizaje explícito o implícito, intencional o incidental, de índole asociativa, del propio número telefónico, obtenido mediante la práctica de marcarlo en las llamadas al propio domicilio y al proporciónaselo a otras personas como futuros comunicantes.

Un tipo de retención breve, a corto plazo, se produce en las operaciones de procesamiento de la información, como las implicadas en la lectura o el cálculo arit-

mético. Repárese en la breve retención de la primera parte de una frase u oración en tanto que se completa su lectura íntegra, como en el caso siguiente: "Los jugadores del equipo nacional de baloncesto / mostraron una constante moral de victoria". Su comprensión requiere la retención transitoria, activa, del significado del sintagma sujeto, hasta completar la lectura del sintagma predicado, atribuyendo tan meritorio comportamiento justamente al equipo nacional de baloncesto y no al de fútbol u otro cualquiera. La misma función de breve retención a corto plazo tiene lugar al oír una expresión como la oración compuesta siguiente:" Todos aquellos que se ocupan de forma permanente e insistente de los problemas de la ecología / son unos auténticos benefactores de la humanidad." Por tanto, la función de la memoria operativa, a corto plazo, es decisiva en los procesos cognitivos, como la percepción, el lenguaje, la comprensión de textos, el cálculo mental, la toma de decisiones y el aprendizaje en general. (Baddeley, 2006).

Compárese, pues, esa breve retención de pequeñas unidades informativas con el cúmulo de conocimientos que pueden ser retenidos durante años, incluso de modo permanente. Por consiguiente, unos elementos informativos son retenidos durante un muy breve período de tiempo, segundos o milisegundos, desvaneciéndose inmediatamente tras el efecto surtido. Otros son retenidos durante prolongados períodos temporales, incluso durante toda la vida, siendo recuperados y utilizados ulteriormente en la adquisición de nuevos conocimientos y en la acción. Se trata, pues, de dos formas de la memoria humana, llamada la primera memoria primaria, *memoria a corto plazo,* memoria operativa o memoria de trabajo y denominada la segunda memoria secundaria, *memoria a largo plazo* o memoria permanente, en cuanto a la duración.

Adviértase la doble consideración de la memoria humana, una desde la perspectiva del tiempo o duración y otra concerniente a sus funciones en la cognición y el aprendizaje en general. Una y otra forma de memoria, en cuanto a su duración, estén íntimamente imbricadas; diferenciándose las operaciones en que intervienen y el modo en que lo hacen.

La *primera* comporta retención activa de unos pocos elementos informativos, durante el breve período de tiempo, en que pueden ser procesados. La *segunda* implica retención duradera (días, meses, años) de los elementos procesados, que se evocan, recuperan o activan posteriormente, concurriendo también en los procesos cognitivos o manifestaciones de la acción. [Adviértase ya aquí la retención transitoria y activa de los *antecedentes* de *primera* y *segunda*, en el párrafo anterior]

A través de los sentidos, la información accede constantemente a la mente, como ocurre al oír los truenos de una tormenta, al ver el relámpago, escuchar una expresión oral, leer un enunciado o ver una película. Tales estímulos informativos entrantes, atendidos y procesados (memoria operativa, a corto plazo) experimentan una serie de transformaciones elaborativas, cuyo resultado son las representaciones

mentales transferidas, integradas y retenidas organizada y duraderamente (memoria a largo plazo, permanente) alcanzando la naturaleza de representaciones simbólicas o abstractas constitutivas de la estructura cognoscitiva del individuo.

Los resultados de las sucesivas investigaciones han puesto de relieve la complejidad de las *estructuras* y los *procesos* que determinan el funcionamiento de la memoria en el marco del sistema cognitivo. Se trata, pues, de un sistema complejo, integrado por subsistemas interdependientes que intervienen en el procesamiento de la información, en sucesivas fases interconectadas, no siendo, pues, algo unitario o uniforme.

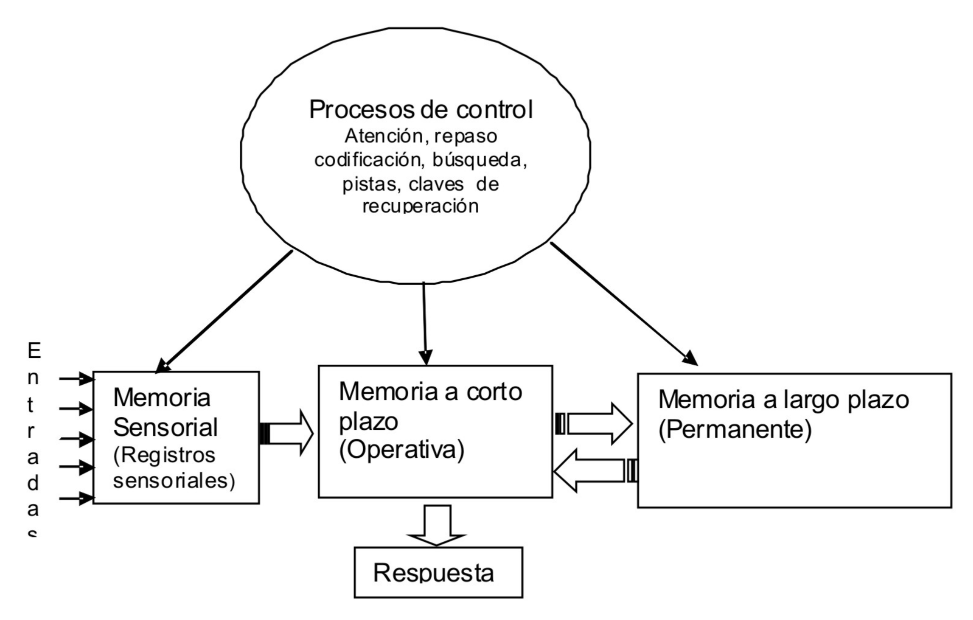
Para la efectiva realización de sus funciones, la arquitectura funcional de la memoria esta integrada, pues, por unos componentes básicos constituidos por "una estructura organizativa (los componentes invariantes o subsistemas de memoria), unos procesos que operan en ella (codificación, almacenamiento y recuperación) y un sistema de control" (Ruiz-Vargas, 2002, p. 143).

En el ámbito de la teoría cognitiva del procesamiento de la información, a partir de la década de los años 60 del pasado siglo, se realizan rigurosos y sistemáticos estudios con el propósito de definir la arquitectura funcional de la memoria, especificando sus estructuras o componentes básicos y los procesos operantes. Según la analogía con el computador/ordenador, la memoria humana se considera como un sistema complejo, con almacenes y fases interconectadas, que operan sucesiva, interrumpida y recursivamente en el procesamiento de la información.

En el estudio de la arquitectura funcional de la memoria humana tuvo una gran influencia el denominado modelo modal de Atkinson y Shiffrin (1968). En virtud de su progresivo desarrollo y actualización (Shiffrin,1975; Shiffrin y Steyvers,1997; Shiffrin 1999) continúa acogiendo los resultados de sucesivos avancen teóricos y experimentales sobre estructuras y procesos de la memoria humana. Por tanto, tras ciertos debates, salvadas ciertas interpretaciones improcedentes y merced a sus continuadas correcciones, el modelo modal sigue siendo un modelo vigente de notable capacidad heurística y explicativa, como han puesto de relieve distintos investigadores. (Raaijmakers, 1993; Healy y McNamara, 1996; Estes, 1999; Bower, 2000; Ruiz-Vargas, 2002).

Según ese modelo se distinguen fundamentalmente unas propiedades estructurales referidas a los componentes del sistema de la memoria humana, constituidos por tres almacenes interconectados: registros sensoriales (*memora sensorial*), almacén a corto plazo (*memoria operativa*) y almacén a largo plazo (*memoria permanente*).

Son procesos básicos de la memoria los de codificación o adquisición, de retención y de recuperación. Por otra parte, los procesos de control se refieren a las operaciones por las que se controla y regula el funcionamiento de la memoria: atención, repaso elaborativo, búsqueda, claves o pistas de recuperación etc.



La arquitectura funcional de la memoria humana está, pues, constituida sustancialmente por tres subsistemas: memoria *sensorial*, con sus diversas *modalidades* (auditiva, visual, etc.); memoria *operativa* o memoria de trabajo, a corto plazo y memoria a largo plazo, considerada como memoria *permanente*.

La incidencia del estímulo en los receptores sensoriales (entradas) produce el inmediato registro sensorial de la modalidad correspondiente (visual, auditivo, etc.) La *memoria sensorial* concierne, pues, a la muy-breve retención de los estímulos registrados por los sentidos (*registros sensoriales*) estando estrechamente vinculada a la percepción, como captación sensorial de los estímulos físicos. Por tanto, como afirma Baddeley: "en cierto sentido, nuestra memoria es un registro de percepciones" (Baddeley, 1999, p. 11).

El contenido de tales registros sensoriales se transfiere inmediatamente al almacén a corto plazo, decayendo rápidamente en caso contrario. En el almacén constituido por la *memoria a corto plazo*, con retención algo más prologada, aunque breve, puede alargarse la retención mediante la repetición o repaso interno (repaso de *mantenimiento*). En la memora a corto plazo los elementos informativos se mantienen activos durante su procesamiento con operaciones de interpretación, extracción de información y transformación, por lo que será considerada como memoria *operativa* o memoria *de trabajo*. En el modelo modal de Atkinson y Shiffrin tiene una relevante función el retén o buffer (indebidamente considerado como propiedad estructural) que opera en la regulación y control del proceso de repaso elaborativo y transferencia al almacén a largo plazo o memoria permanente, sin que necesariamente deje de mantenerse activa en el almacén a corto plazo.

La *memoria a largo plazo,* concierne al almacenamiento organizado de la información, para su ulterior recuperación, refluyendo a la memoria operativa, y siendo utilizada en subsiguientes procesos cognitivos de elaboración de nuevo conocimiento y en la acción humana. Su capacidad es prácticamente ilimitada en cuanto a la *amplitud* o extensión de la información que puede almacenar. Por la prolongada retención de la información, es considerada como memoria permanente, en sus versiones de memoria declarativa (episódica y semántica) y memoria procedimental.

El sistema de la memoria humana está, pues, integrado por subsistemas que "varían en la duración de almacenamiento, desde unas fracciones de segundo, hasta una vida entera; variando también en su capacidad de almacenamiento, desde los diminutos almacenamientos momentáneos, hasta el sistema de memoria a largo plazo, que parece exceder largamente la capacidad y flexibilidad del mayor ordenador disponible" (Baddeley, 1999, p. 4).

En el flujo del procesamiento de la información, al funcionamiento del sistema de la memoria humana corresponden los procesos de adquisición o *codificación* de la información, de retención o *almacenamiento* organizado del conocimiento, en la memoria a largo plazo y la *recuperación* o activación, para su pertinente utilización de forma eficaz en los sucesivos procesos cognitivos y la acción. Por supuesto, no se trata simplemente de acumular información; sino de hacerlo de forma organizada y significativa, de lo que depende su mejor retención, recuperación y operativa utilización en los sucesivos procesos de aprendizaje. Atendiendo a los aspectos cualitativos, la *teoría de los niveles de procesamiento* ha puesto de manifiesto que cuanto más profundo y elaborado sea el procesamiento de los elementos informativos, tanto mejor será su retención y más fácil su ulterior recuperación o recuerdo y utilización en los distintos procesos cognitivos.

Al oír un fuerte trueno, se recuperan de la memoria a largo plazo, las experiencias o conocimiento previo sobre las tempestades y sus consecuencias. Si se percibe una medusa, cerca del propio cuerpo, se evoca la experiencia previa o conocimiento sobre este ser marino y los molestos picores producidos por su contacto, regulando, en consecuencia, el propio comportamiento. En cambio, cuando se oye la palabra "danke" al no hallarse disponible, significante y significado, en la memoria a largo plazo por previo aprendizaje, entonces no será posible reconocerla e interpretar el propósito del viajero alemán de expresar su agradecimiento, Así, pues, en el reconocimiento y categorización de lo percibido (trueno medusa, palabra, etc.) se requiere la activación de las previas experiencias, conocimientos o representaciones mentales, disponibles en la *memoria a largo plazo.*

Por tanto, las intencionalidades de la acción docente se enderezan a favorecer los procesos de adquisición de la información de forma organizada y significativa, de modo que pueda ser retenida, recuperada y utilizada por el aprendiz en la adquisición de nuevo conocimiento y en la acción.

6.2. Percepción y memoria sensorial

La *memoria sensorial* es el subsistema de la memoria humana concerniente a la instantánea e inmediata retención inicial de los registros sensoriales, durante un brevísimo período de tiempo, que alcanza unos milisegundos. El estímulo (visual, auditivo, etc.) captado por los sentidos y sensorialmente registrado se retiene, pues, durante un muy-breve período de tiempo tras desaparecer la presencia del estímulo físico. Por su vinculación a los receptores sensoriales de los estímulos físicos, "la memoria sensorial puede ser considerada como parte integrante del proceso de percepción" (Baddeley, 1999, p. 11).

El registro sensorial se produce instantáneamente de modo automático, sin que, inicialmente, se requieran recursos atencionales para que se genere el código propio de la memoria sensorial, que alimentará ulteriores operaciones del procesamiento perceptivo. La memoria sensorial supone, pues, la persistencia del estímulo, durante un muy-breve intervalo temporal. El registro sensorial, tan brevísimamente retenido en la memoria sensorial, es una información apenas procesada, considerándose su contenido informativo de índole precategórica.

Su inmediata trasferencia, antes de que se desvanezca, a la memoria operativa, a corto plazo, y respectivo procesamiento, necesita atención o asignación recursos, concurriendo operaciones conjuntas de la atención, la percepción y la memoria. Dicha retención inicial en la memoria sensorial se especifica o diferencia por la *modalidad* sensorial (*visual, auditiva, etc.*) del estímulo y correspondiente operación sensorio-neuronal.

La *memoria sensorial* ***visual*** o *icónica* ha sido objeto de muy detalladas y finas investigaciones, particularmente a partir del ya clásico trabajo de Sperling (1960).

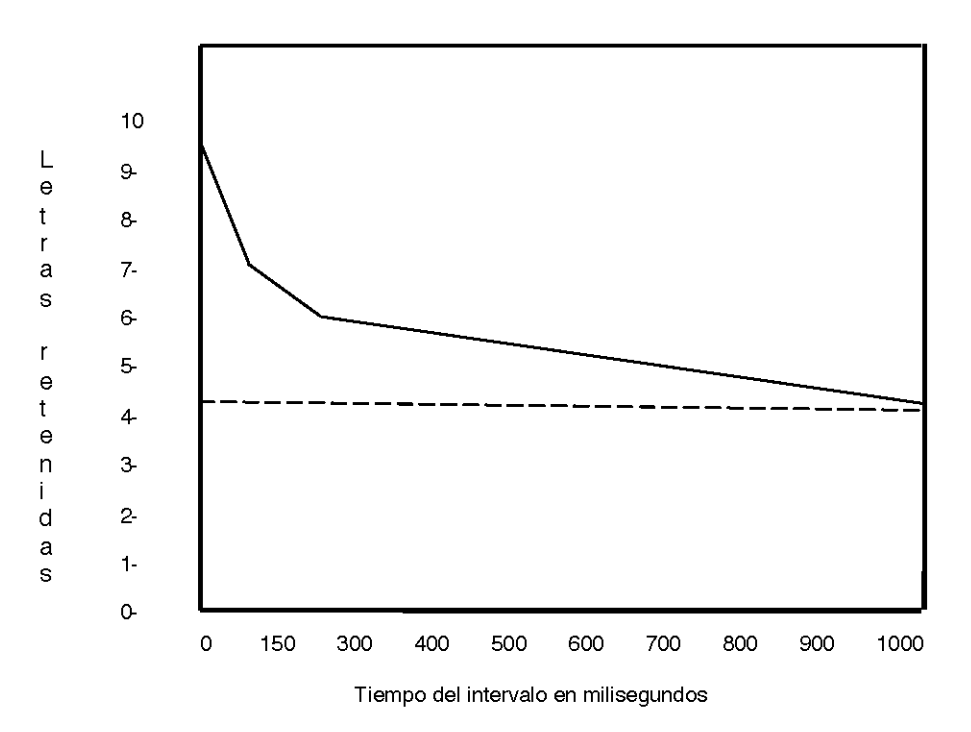
En las investigaciones sobre la rapidez en la captación del estímulo visual, la retención y amplitud del mismo ha sido habitualmente utilizado el taquitoscopio, que permite la presentación de estímulos visuales en muy breves períodos de tiempo, desde unos milisegundos a varios segundos.

Sperling comprobó que mientras el sujeto daba cuenta oral de las primeras letras de la serie presentada en el taquitoscopio, ya las últimas se habían desvanecido de la memoria sensorial visual. Por tanto, este método denominado de *informe total* no permitía verificar los elementos o letras que realmente habían sido percibidas y retenidas, en ese brevísimo período de tiempo, aunque los propios sujetos manifestaban haber visto más elementos de los que podían recordar.

Para subsanar dicha dificultad se utilizó el ingenioso método del *informe parcial*, evitando pérdida de tiempo en la vocalización, concentrándose exclusivamente en la estricta retención visual. Para ello, en una exposición de 50 milisegundos se presentaba un estímulo complejo formado por 12 letras consonantes distribuidas en tres filas con cuatro letras en cada fila. Ahora lo que se demandaba a los sujetos es que, tras una señal (sonido diferente), informaran sólo de lo retenido de una fila,

(*informe parcial)* por supuesto sin conocimiento previo de la fila que sería demandada. Por tanto, se podía legítimamente concluir que lo retenido de una fila cualquiera sería igual a lo retenido cada una de las restantes, y multiplicarse por tres, que era el número de filas de la presentación visual. De este modo podía verificarse la amplitud y duración de lo realmente retenido, en el breve intervalo de tiempo (msgs.) transcurrido entre la presentación del estímulo visual y la respuesta, suprimiendo el tiempo de pronunciación o articulación.

Los resultados mostraron que cuando tal intervalo era 0, los sujetos recordaban tres o cuatro letras de cada fila (media de 9,1 para el total de las 12 letras presentadas) descendiendo bruscamente la retención a medida que aumentaba el intervalo de tiempo entre presentación y respuesta. Al demorarse hasta los 500 milisegundos apenas se alcanzaba la media de 6 para el total. Si se aumentaba hasta los 1000 msgs., entonces el número de letras recordadas apenas alcanzaban la media de 4,5 en el total. Curiosamente esta cantidad es equivalente a la retención típica de la memoria a corto plazo, almacén subsiguiente a la memoria sensorial.



Por tanto, la retención en la memoria sensorial es de una brevísima duración, desvaneciéndose en el transcurso de pocos milisegundos. Pero, la persistencia de la imagen visual (*icón*) en ese brevísimo tiempo, tras la desaparición del la presencia física del estímulo, indica la existencia de la correspondiente *memoria sensorial.*

En consecuencia, los trabajos de Sperling y otros investigadores suministran evidencia científica de la naturaleza y propiedades de la memoria sensorial *visual* en los términos siguientes: a). La información visualmente detectada es retenida en la memoria sensorial tras la desaparición del estímulo físico; b). El tiempo en que la información visual está disponible en la memoria sensorial es muy breve, decayendo rápidamente la huella visual (*icón*) si no se trasfiere a la memoria operativa para continuar su procesamiento en ésta; c). Percepción y memoria están involucradas en el mismo proceso.

La memoria sensorial visual es relativamente amplia y precisa en cuanto a lo visualmente registrado en la retina. El lector puede realizar el experimento de abrir y cerrar rápidamente los ojos ante la pantalla del televisor para darse cuenta de la amplitud de la memoria sensorial visual. Sin embargo, la retención es sumamente breve y lábil, decayendo rápidamente si no se transfiere, atiende y procesa en el interconectado almacén a corto plazo o memoria operativa. En definitiva, a partir de lo registrado sensorialmente y tan brevemente retenido en la memoria sensorial, el sistema perceptivo inicia el procesamiento del estímulo o configuración de estímulos entrante.

La *memoria sensorial **auditiva*** o *ecoica* opera de manera semejante a la memoria sensorial visual. También el *registro auditivo* (*ecón*) aporta una información muy poco procesada y, análogamente al *icón*, decae rápidamente si no continúa siendo procesada en la memoria operativa. Sin embargo, una característica específica de la memoria ecoica es la algo más duradera retención de la información auditiva, pudiendo superar los 3 segundos, frente a menos de uno de la memoria visual.

Por otra parte, hay que señalar que la retención sensorial, sea visual o auditiva, puede resultar afectada por lo que sigue al estímulo sensorialmente registrado, pudiendo prolongarla o reducirla. Así, cuando el registro sensorial *auditivo* va seguido de un silencio entonces la retención o duración de la huella sensorial (*ecón*) se prolonga algún segundo más. Análogamente, la percepción de un grupo de letras seguida de un campo de luminosidad leve u oscuro, prolonga su retención; reduciéndose cuando sigue inmediatamente una intensa luminosidad o un patrón especial de fragmentos de letras, con efecto de enmascaramiento. (Turvey, 1973).

Por consiguiente, como se ha indicado, el inicial registro sensorial, visual o auditivo, de índole meramente precategórica, muy limitadamente procesado, que fluye inmediatamente a la memoria operativa, será procesado cognitivamente de modo más completo, ya de índole categórica, conducente al reconocimiento e identificación del objeto.

6.3. Retención a corto plazo: amplitud y duración

Según lo indicado precedentemente, al percibir auditiva o visualmente una serie de letras o los dígitos de un número telefónico lo sensorialmente registrado y brevísi-

mamente retenido en la memoria sensorial, que suministra una información muy limitadamente procesada (preperceptiva o precategorial), fluye al subsistema de la *memoria a corto plazo*, donde es atendida, transitoriamente retenida y procesada cognitivamente.

La memoria a corto plazo concierne, pues, a la retención transitoria de elementos informativos utilizados en determinada operación, como marcar un nuevo número telefónico o la retención de la pregunta a que ha de responderse inmediatamente en una conversación ordinaria; sin pretensión, por otra parte, de una retención más prolongada, que lo sería ya en la memoria a largo plazo.

Ahora bien, el nuevo número telefónico ¿cuánto tiempo puede retenerse ya en la *memoria a corto plazo*? Pues, bastante más tiempo; pero, apenas los pocos segundos que se tarda en marcarlo, desvaneciéndose seguidamente, excepto que se continúe su repetición o repaso silenciosamente.

¿Cuántas palabras independientes, no relacionadas, pueden recordarse, de una serie de diez, inmediatamente después de oír la última? Podrán retenerse 5 o 6; pero, a medida que se incrementa su número, las nuevas palabras desplazarán probablemente a algunas de las precedentes.

Dos dimensiones atañen, pues, a la retención en la *memoria a corto plazo*, ambas bastante limitadas: la *amplitud* y la *duración*. La primera concierne a la cantidad de elementos de información que pueden ser simultáneamente retenidos. La segunda se refiere obviamente al período de tiempo de tal retención.

En cuanto a la **amplitud,** los resultados de la investigación científica, así como la propia experiencia personal, ponen de manifiesto que este subsistema de la memoria humana tiene una capacidad limitada, ya que en la memoria a corto plazo sólo puede retenerse simultáneamente un muy reducido número de los elementos informativos, sean dígitos de un número telefónico, letras, palabras, imágenes, etc.

Esta limitada capacidad en cuanto a la *amplitud* de la información susceptible de retenerse a corto plazo se pone de relieve en situaciones como en la retención de la combinación para la apertura de un candado o una caja fuerte o el grupo de dígitos que componen el código de una cuenta bancaria que acaban de percibirse; aunque pueden terminar aprendiéndose por la práctica y almacenándose ya en la memoria a largo plazo. También el lector puede haber experimentado las dificultades de retención inmediata de información oral sobre localización de determinado punto urbano del tipo siguiente: tomar la primera calle a la derecha; después, la segunda a la izquierda, cruzar en diagonal la plaza que se encuentra al final y seguir la calle que parte de esa esquina.

Al respecto, cabe mencionar el famoso artículo de Muller (1956) *"The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information."* Según esta conocida fórmula (7 ± 2) *siete* sería el promedio de elementos o unidades informativas que pueden ser retenidas simultáneamente en la memoria a corto plazo, oscilando, pues, entre *cinco* (7-2) y *nueve* (7+2) en función de las

diferencias individuales y de desarrollo, así como la naturaleza del material. Según los estudios de Farnham-Diggory, en el niño de seis años generalmente la amplitud se limita a 3 o 4 unidades informativas, mientras que un adolescente de dieciséis años, en ciertas condiciones, puede alcanzar las 7. (Farnham-Diggory, 1997).

Estudios posteriores han extremado el rigor en la experimentación, tratando de evitar los efectos del repaso subvocal y alguna forma de intervención de la memoria a largo plazo. Los resultados obtenidos han conducido a establecer un número inferior de las unidades o piezas que pueden ser retenidas en la pura memoria a corto plazo, limitándolas a 4 ± 1; es decir, entre 3 y 5. Es ilustrativo en su título el artículo *"The magical number 4 in short-term memory. Reconsiderations on mental storage capacity"*. (Cowan, 2000).

Sobre la capacidad de retención a corto plazo influyen diversos factores, como el tiempo que requiere la pronunciación de cada palabra, tal que cuanto más breve es el tiempo de pronunciación o articulación, mayor es el número de palabras que pueden retenerse. La investigación experimental mostró que se retenían más nombres de países cuanto más breve era el tiempo de su pronunciación (China, Laos, Chad, Brasil) y menos cuando más largos sean (Nicaragua, Filipinas, Venezuela, Afganistán). Asimismo, un estudio sobre la cantidad de números retenidos (del 1-10) indicaba la superioridad en inglés, respecto del español, pues en aquel idioma, la mayoría son monosílabos, de rápida pronunciación (Naveh-Benjamin y Ayres, 1986). Prácticamente parece asegurada la retención del conjunto de palabras que puedan pronunciarse en un tiempo de 2" (Scheweickert y Boruff, 1986; Baddeley, 2000).

Otro tipo de influencia es la ejercida por el factor semántico; reduciéndose la capacidad de su recuperación cuando entre las palabras hay semejanza de significado. Así, resultará más difícil la retención inmediata de una serie de palabras como la formada por las siguientes: pera, uvas, ciruela, higo, coco, plátano, pertenecientes a la misma categoría (*fruta*), produciéndose el efecto de interferencia entre las mismas, precisamente por su semejanza semántica. En cambio, es más probable la retención de un mayor número de palabras, recién oídas, en una serie como la siguiente: sillón, espejo, medico, pez, cal pera, siendo menor o nulo el efecto de interferencia, dadas sus diferencias semánticas. (Basel y Wickens, 1978; Walker y Hulve, 1999).

La ***duración*** de la retención en la *memoria a corto plazo* es también bastante limitada, en cuanto al intervalo temporal de retención, aunque considerablemente más dilatada que la memoria sensorial. Se trata de una retención de carácter transitorio, de breve duración, perdiéndose rápidamente la información si no es atendida y procesada. Así, la matrícula de un automóvil que ha desaparecido de la vista, se desvanece en el breve intervalo de tiempo que transcurre en su escritura, excepto que se prolongue mediante su repetición oral o repaso mental. Asimismo suele ocurrir que, en una presentación social de varias personas, cuando se acaba de saludar a la última, ya es difícil recordar el nombre de la segunda o tercera persona presentada.

Las investigaciones realizadas muestran que, en la memoria a corto plazo, los elementos de información apenas se retienen durante unos segundos, extinguiéndose seguidamente, si no se atienden mediante el repaso de mantenimiento o procesadas mediante el repaso de elaboración.

Lo anteriormente expuesto impulsa a la reflexión sobre los problemas del aprendiz en el procesamiento de la información en aquellas situaciones de aprendizaje caracterizadas por una acelerada exposición oral.

Por otra parte, hay que señalar que sobre el recuerdo inmediato opera el denominado *efecto de posición en la serie*, de tal modo que, tras oír o leer, por ejemplo, una serie de 10 palabras, se retienen mejor la primeras (*efecto de primacía*) y las últimas (*efecto de recencia)* más recientemente oídas o vistas; existiendo mayor probabilidad de que se pierdan aquellas que ocupan el lugar intermedio de la serie.

Sin embargo, a lo expuesto precedentemente ha de añadirse que es posible desarrollar habilidades y aprender estrategias que contribuyan a superar las naturales limitaciones de la memoria a corto plazo, incrementando la amplitud o extensión de la información retenida, así como la duración del tiempo de retención, en beneficio de un procesamiento cognitivo más efectivo.

Las ***estrategias*** mentales concernientes al incremento de la ***amplitud*** o cantidad de elementos informativos que pueden ser retenidos se basan en el *agrupamiento*, mediante un proceso de recodificación. Los elementos informativos pueden agruparse en super-elementos, formando *piezas* o trozos (*chunks*). Así, la retención del número telefónico 986614520 resulta más fácil si se agrupan sus dígitos en cuatro piezas: 986-61-45-20 o bien en tres: 986-614-520. Un *chunk* es "una unidad cognitiva formada por un pequeño número de componentes que representan un conocido patrón perceptivo" (Kellogg, 2003, p. 211).

En este sentido, hay que subrayar que un *elemento* de información puede ser una sola letra o una combinación de ellas formando una palabra; un dígito o un grupo de ellos. Así, pues, hay igualmente 4 elementos o unidades en cada uno de los conjuntos siguientes; casa-saco-uva-nave; 7-6-2-4 o i-p-o-t; Por su parte, las letras *i-p-o-t* pueden reducirse a una unidad formando la palabra *tipo*.La capacidad o amplitud de la memoria a corto plazo no depende del tamaño de las piezas (*chunks)*, sino el número de ellas. Lo que cuenta no es la índole de las unidades o elementos en si mismos, ni, hasta ciertos límites, el tamaño de las "piezas" resultantes del agrupamiento; sino el número de piezas susceptibles de agrupamiento. Por consiguiente, como piezas o super-elementos, es posible retener grupos de dígitos, combinaciones de letras, palabras, frases, imágenes, escenas o patrones visuales. En realidad, se trata de una forma de *condensación* de la información. (Pozo, 2003).

En el proceso de agrupamiento pueden estar implicados conocimientos o saberes previos, ya disponibles en la memoria permanente. En el ejemplo anteriormente mencionado del número telefónico formado por tres piezas, 986-614-520,

interviene el conocimiento previo, como el ya conocido prefijo provincial y entidades aritméticas como las centenas (piezas de los *novecientos*, *seiscientos* y *quinientos*) con introducción de significados y cierta forma de estructuración. Análogamente, por la intervención del conocimiento previo, resulta muy fácil de retener una amplia serie de dígitos, como 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, a la que subyacen dos chunks: "*la serie de los dígitos*" y en "*orden descendente*" que es conocimiento previo.

Resulta relativamente difícil retener las nueve palabras siguientes: *avena, garbanzos, cerdos, cinabrio, cebada, trigo, carbón, judías, ovejas, pirita, lentejas, cabras.* Pero, la tarea se facilita con su agrupación (*chunking*) en cuatro categorías: trigo, cebada, avena (*cereales);* garbanzos, judías, lentejas (legumbres), cerdos, ovejas, cabras *(ganadería) y* cinabrio, pirita, carbón *(minerales),* como principales producciones de una región, en su sector primario, apareciendo también aquí el *efecto organización* en el aprendizaje. Análogos procesos acontecen, por ejemplo, en los múltiples agrupamientos que realiza el experto jugador de ajedrez o el experto en hidrografía.

Si la amplitud de la memoria a corto plazo puede abarcar unas 4 o 5 palabras no relacionadas; sin embargo, cuando se trata de palabras formando frases u oraciones, sus relaciones sintácticas y significado permiten alcanzar 16 o incluso más. (Baddekey, Vallar y Wilson, 1987; Baddeley, 2000).

Por otra parte, aunque la retención *auditiva* y *visual* son ambas de duración transitoria, breve, la ligera superioridad en amplitud y duración de la auditiva indica que en la presentación visual de elementos informativos relevantes, en la pizarra mural y pantallas audiovisuales, es conveniente la correlativa exposición oral, propiciando además las ventajas de una codificación dual.

También las limitaciones en la amplitud o capacidad de la memoria de trabajo, a corto plazo, pueden atenuarse, potenciando su efectividad en el procesamiento de la información mediante la automatización de ciertos procesos o subprocesos de determinadas tareas. Si determinados subprocesos o componentes de una actividad se realizan de forma automática, entonces se liberan recursos mentales que se concentran en el proceso sustancial o subproceso controlado de nivel superior.

Los lectores hábiles han automatizado el subproceso de desciframiento de las letras o descodificación de los signos gráficos. Su destreza en identificación de las palabras les permite concentrar su atención o recursos cognitivos en el superior, más complejo y sustancial proceso de comprensión del significado e interpretación del texto. Es decir, las operaciones de su memoria de trabajo se concentran en el proceso controlado, voluntario y consciente de comprensión del significado. Análogamente, la automatización del movimiento de los dedos en el teclado del ordenador, permite la concentración en el contenido y forma de expresión escrita y la automatización en las operaciones de cálculo aritmético permite dedicar los recursos cognitivos de atención al proceso de resolución del problema. Por tanto, los *procesos*

automáticos, de índole instrumental, que se realizan sin esfuerzo consciente, con una simple actitud preatenta, permiten la concentración en los aspectos complejos, sustanciales, que requieren atención intensa, incrementando la potencialidad de la memoria de operativa, en los procesos de nivel superior vinculados al objetivo esencial de la actividad.

Las ***estrategias*** mentales para aumentar la ***duración*** de la retención inmediata, a corto plazo, se fundan en los efectos del *repaso de mantenimiento*. El procedimiento habitual para prolongar la retención a corto plazo, evitando la inminente pérdida de los elementos informativos, consiste en la operación de inmediato repaso mental, la repetición en lenguaje interno, subvocal o claramente oral, como ocurre ordinariamente con el número telefónico que se pretende marcar, el código postal que se va a escribir, el nombre del medicamento que se va a buscar o repetición de la pregunta en tanto se elabora mentalmente la respuesta.

Como se ha indicado, los elementos informativos tienden a perderse, en ausencia de repaso de mantenimiento, siendo desplazados por los elementos informativos subsiguientes. Al intentar retener la matrícula de un vehículo, si otra información irrumpe el repaso mental aquella se pierde. El número de teléfono, que se pretende marcar, desaparece de la memoria transitoria cuando, por ejemplo, alguien informa de pérdida de una agenda. De nuevo habrá de consultarse el número y seguir repitiéndolo, prestando a esto la máxima atención y desatendiendo el saludo del amigo que llega.

Más allá del *repaso de mantenimiento*, el denominado *repaso de elaboración*, más adelante analizado, es el proceso por el que la información transitoriamente retenida es más profundamente elaborada, adquiriendo significados adicionales y favoreciendo su integración significativa ya en la memoria semántica, con retención a largo plazo.

Como se ha señalado, el denominado "efecto de modalidad" sensorial muestra cierta superioridad del canal *auditivo* sobre el visual en cuanto a amplitud y duración de la retención a corto plazo. Las pruebas empíricas indican que los elementos percibidos *auditivamente* se recuerdan mejor que los percibidos *visualmente*, habiendo más posibilidades de recordar un número de teléfono percibido auditivamente que cuando lo es visualmente. (Baddeley, 1999, p. 26).

Cuando en la pantalla de televisión se presenta un número telefónico o la cuenta bancaria, en la que pueden ingresarse donaciones, la retención podría prolongarse añadiendo la modalidad auditiva, con el empleo de doble canal. Pero, en términos generales, cabe afirmar que es conveniente que las presentaciones visuales se acompañen de exposiciones o ayudas auditivas y viceversa. (Paivio, 1986).

En orden al aprendizaje y concretamente en lo concerniente a la lectura, la lectura audio-oral (en voz alta) sería preferible a una lectura meramente visual (silenciosa), si no fuese porque la articulación en la lectura oral reduce la *velocidad* lectora que es un importante factor para la comprensión.

Lo importante de esas estrategias descritas es que, en general, la amplitud y prolongación de los elementos informativos en la memoria a corto plazo, como memoria operativa, incrementa las posibilidades de un procesamiento efectivo.

Por otra parte, las limitaciones en amplitud y duración de la retención en la memoria a corto plazo supone una especie de "cuello de botella" en la información entrante y por tanto en el procesamiento cognitivo. Por consiguiente, la efectividad en el procesamiento de la información presentada auditivamente en exposiciones orales o en presentaciones visuales, será afectada por el ritmo de presentación y concordante ritmo de aprendizaje del sujeto que aprende. Asimismo, cabe consignar también la existencia de diferencias individuales, derivadas de los estilos perceptivos, estilos cognitivos o estilos de aprendizaje.

Pero, la función del subsistema de la memoria a corto plazo o memoria primaria no se reduce a la transitoria retención, de un modo pasivo, durante un breve período temporal, de un pequeño conjunto de elementos informativos sensorialmente percibidos visual o auditivamente. A este subsistema de la memoria humana, además de la retención transitoria, predominantemente receptiva, de la información entrante, concierte su mantenimiento activo en las operaciones de procesamiento cognitivo, como *memoria de trabajo* o *memoria operativa*, de índole eminentemente activa. La información entrante en tanto que atendida y procesada es transitoriamente retenida más prolongadamente.

Por tanto el concepto de la memoria a corto plazo se ha incorporado dentro de una más compleja estructura que es la denominada memoria de trabajo o memoria operativa, proponiéndose que "el anterior concepto de almacén unitario fuese remplazado por un sistema de multicomponentes que utiliza el almacenamiento como una parte de su función de facilitar actividades cognitivas complejas, tal como el aprendizaje, la comprensión y el razonamiento". (Baddeley, 2000, p. 77).

En los flujos sucesivos de información, la memoria operativa funciona, pues, como un espacio operativo de procesamiento mental continuo, donde se mantiene activa la información atendida procedente del exterior, que es procesada con la concurrencia de la pertinente información relacionada con aquella que afluye desde el interior al activarse la información disponible en la memoria permanente, resultante de conocimiento o experiencia previa. Entre la memoria operativa, a corto plazo y la memoria permanente existe, pues, una conexión *bidireccional*, de tal modo que el resultado del procesamiento de la información en la memoria operativa se transfiere a la memoria permanente, donde es integrada y retenida durante un prolongado período temporal. Allí queda disponible para su recuperación o activación afluyendo a la memoria operativa para concurrir en el procesamiento cognitivo de los relacionados estímulos entrantes o elementos informativos nuevos.

6.4. Memoria operativa, procesamiento cognitivo y aprendizaje

Como se ha indicado, este subsistema de la memoria humana no se reduce a la simple retención pasiva de 4 o 5 unidades informativas o agrupamientos durante unos segundos; sino que involucra operaciones sustanciales en el procesamiento de la información y la cognición. Utilizando una nueva metáfora, la memoria operativa ha de concebirse como un *taller* o una mesa de trabajo en el flujo del procesamiento de la información, más que como mero almacén transitorio de información. (Baddeley, 2006).

Si la memoria humana, en sus diversas formas, es central en el paradigma cognitivo de procesamiento de la información; la memoria de trabajo o *memoria operativa* constituye su núcleo activo. Este subsistema de la memoria humana "lleva a cabo tanto la retención a corto plazo de la información procedente el exterior, cuanto el procesamiento activo de ésa y/o de cualquier otra información procedente del sistema cognitivo" (Ruiz-Vargas, 2002, p. 152).

Por ejemplo, al percibir un determinado animal en el aire, a cierta altura, su *registro sensorial* visual fluye hasta la memoria operativa; al tiempo que se activa y refluye a esta el resultado de experiencias o conocimientos previos, disponibles en la memoria permanente, acerca de animales con plumas, alas, pico, etc. En su virtud, el objeto percibido es reconocido e identificado como ave. Tal reconocimiento implica, pues, la evocación del conjunto de rasgos distintivos o notas conceptuales concernientes a la categoría ave, disponibles en la memoria permanente, que refluyen a la memoria operativa, produciéndose el procesamiento cognitivo, a partir de la inicial imagen visual (retiniana) del objeto. Si la imagen contiene nítidos rasgos discriminativos y el conocimiento disponible por el sujeto es más específico, el objeto puede además ser clasificado o categorizado como "paloma".

La memoria operativa trabaja simultáneamente con la información que fluye desde la memoria sensorial (registros sensoriales) más la información relacionada que refluye de la memoria permanente (representaciones mentales). Mantiene, pues, simultáneamente activos, los elementos informativos provenientes de la memoria sensorial, junto con los pertinentes elementos relacionados recuperados de la memoria permanente, que se combinan, relacionan, transforman y elaboran, en las diversas y complejas operaciones mentales de procesamiento cognitivo, en el que la *atención* desempeña una función esencial.

Por tanto, en las diversas actividades mentales, sean de lectura, cálculo mental, razonamiento o resolución de problemas se retienen brevemente y mantienen activas en la memoria operativa palabras, imágenes, símbolos, sus significados o valores, con variaciones en función de la índole de la información, conocimiento o experiencias previas, tipo de tarea y contexto.

Por ejemplo, en una conversación, fonemas y significados de la pregunta recién oída se mantienen activos en la memoria operativa durante el procesamiento

integro de la pregunta y elaboración de la respuesta. Análogamente, en una lectura se retienen y mantienen activos los significados de las palabras del sintagma inicial y su función hasta concluir con la comprensión final de la frase. Considérense los casos siguientes:

"Tenemos ciruelas, manzanas, kiwis, cerezas y uvas. ¿Qué prefiere usted?"

"Fueron llegando sucesivamente, pero veloces, comenzando pronto a construir sus nidos"

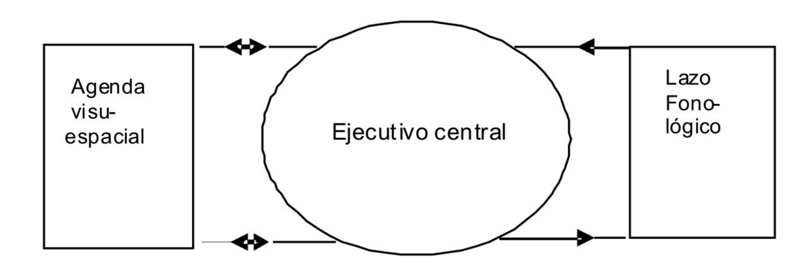
"La rápida liebre, la ágil ardilla y en pequeño ratón son todos ellos mamíferos roedores"

En el procesamiento de expresiones como las anteriores se mantienen activos, significados y funciones de las sucesivas palabras integrándose acumulativamente, hasta alcanzar finalmente su comprensión unitaria. Los sucesivos estímulos verbales pueden ir sugiriendo hipótesis, una de las cuales se confirma al final, adquiriendo el *todo* su pleno significado. (Téllez, 2004).

Un **modelo triádico** *de la memoria operativa* surge del análisis de sus diversas y complejas operaciones en que información de distinto tipo es temporalmente retenida y mentalmente manipulada en el procesamiento cognitivo. La investigación puso de manifiesto que en la memoria operativa, con retención a corto plazo, se realizan operaciones mentales simultáneas concernientes a contenidos diferenciados: unas concernientes a la información *auditiva*, de carácter verbal, vinculada al habla, paralelamente a otras operaciones concernientes a la información *visual.*

La memoria operativa parece, pues, estar integrada, al menos, por dos componentes específicos denominados respectivamente *bucle fonológico o articulatorio* y *agenda visuespacial*, que pueden operar independientemente y de modo simultaneo o paralelo, Un tercer componente es el llamado *ejecutivo central*, de capacidad limitada, vinculado a la función de atención, que controla, regula y coordina las operaciones de los otros dos. (Mikaye y Shah, 1999; Baddeley, 2000).

El gráfico que sigue muestra el modelo de memoria de trabajo propuesto inicialmente por Baddely y Hitch (1974).



El *bucle* ***fonológico o articulatorio*** de la memoria operativa retiene y mantiene activa la información auditiva, de índole verbal, que comprende una limitada serie de sonidos durante un reducido período de tiempo. Incluye dos componentes, uno de los cuales es un almacén que retiene la huella acústica o fonológica, que decaerá en menos de dos segundos aproximadamente, a menos que, en virtud del segundo componente, se mantenga activa mediante el proceso de repaso articulatorio subvocal.

Ese segundo componente no sólo realiza la función de refrescar la huella en la memoria, sino que además puede registrar en el almacén fonológico, mediante su articulación, el material visualmente presentado (escrito) susceptible de nombrarse. Esto es, elementos originariamente no acústicos, como palabras impresas, figuras o imágenes visuales son internamente *traducidas* a la modalidad fonológica mediante su articulación subvocal (subverbalización). Esto es, convirtiendo el estímulo visual en un código fonológico, apropiado para su registro en el almacén fonológico. Por consiguiente, toda esa información acústicamente codificada es almacenada y mantenida activa por este componente fonológico de la memoria operativa en virtud del repaso subvocal o lenguaje interior.

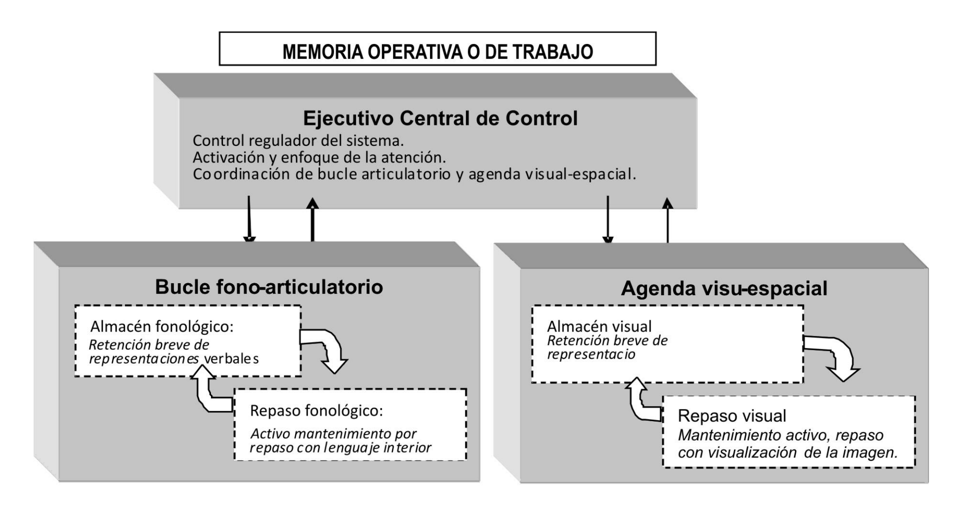
El número de palabras brevemente retenidas y manipuladas en el almacén fonológico depende del *tiempo de pronunciación* de cada una de ellas, aumentando su número cuanto más cortas sean las palabras, al ser más fácilmente repasadas (efecto de longitud de la palabra) de modo que la amplitud de la memoria inmediata es una función directa de de la longitud de los elementos. En términos de debilitación de la huella, el repaso subvocal de mantenimiento ocurre en tiempo real, por lo que las palabras largas requieren más tiempo para su repaso. La regla general es que los sujetos recordarán tantos elementos cuantos puedan decir en dos segundos aproximadamente. (Baddeley, Thompson y Buchanan, 1975; Avons, Wright, y Palmer, 1994; Baddeley, 2000).

Por tanto, en relación con el efecto de longitud de la palabra, si el sujeto repasa más lentamente, también mostrará un rendimiento más pobre. Los cambios en la capacidad de la memoria a corto plazo de los niños, con el desarrollo, están asociados a los cambios en la velocidad de articulación, indicando que el repaso más rápido puede ser responsable del incremento en la amplitud de la memoria con la edad.

Asimismo, en el estudio sobre recuerdo serial de imágenes de objetos se ha comprobado que la mencionada traducción o transformación del estímulo visual en un código fonológico es una estrategia que los niños comienzan a utilizar entre los 7 y 10 años de edad. Los niños más pequeños utilizan ciertas formas de codificación visual, por lo que su rendimiento resulta más pobre, como ocurre si los objetos dibujados tienen una forma muy semejante, como un bolígrafo, una cuchara o un palito, produciéndose frecuentes olvidos y confusiones. (Hitch y otros, 1991).

El bucle fonológico de la memoria operativa desempeña, pues, una relevante función en la comunicación verbal, central en el proceso de aprendizaje. Asimismo

se ha comprobado que el almacén fonológico a corto plazo está significativamente relacionado con el aprendizaje léxico y la capacidad para el aprendizaje de una segunda lengua, tanto en niños como en adultos. (Papagno, Valentine y Baddeley, 1991; Papagno y Vallar, 1992; Service, 1992).



El equivalente al bucle fonoarticulatorio en lo concerniente a la información visual-espacial es la denominada **agenda visuo-espacial**. Este componente de la memoria operativa se refiere a las operaciones de retención activa de la información de naturaleza *visual-espacial* en el procesamiento cognitivo. Concierne, pues, a las representaciones típicas de las imágenes visuales que se mantienen activas en virtud del repaso de tal información, visualizándola mentalmente, lo que permite, por ejemplo, plantear y buscar la solución a un problema en términos espaciales.

La investigación neuropsicológica sugiere que la memoria a corto plazo verbal y visual involucra diferentes regiones cerebrales y aun el mantenimiento de un solo elemento, involucra los lóbulos frontales (Smith y Jonides, 1995; Goldman-Rakic, 1996).

El tercer componente es el llamado ***ejecutivo central***, que opera como una forma de atención, controlando y coordinando las operaciones de los otros dos componentes específicos, que dependen de este en el procesamiento de la información. Regula las operaciones de selección, introducción y retención de elementos informativos, en función de la limitada capacidad de la memoria operativa, haciendo posible la realización de las diversas y complejas operaciones implicadas en la tarea cognitiva, como búsqueda, evocación, cómputo, etc.

El pertinente control, regulación, coordinación y distribución de la *carga* de trabajo mental entre uno y otro componente, auditivo y visual, operativamente dependientes del ejecutivo central, incrementa la funcionalidad de la memoria ope-

rativa. Es decir, la estratégica distribución de la carga cognitiva entre dichos componentes, con control de ejecutivo central, favorece el aprendizaje, como ha sido puesto de relieve por la *teoría de la carga cognitiva*. (Sweller y Chandler, 1991; Sweller y otros, 1998).

Por consiguiente, el desarrollo de estrategias concernientes a las operaciones reguladoras del control ejecutivo central y las propias del componente verbal y del visual, integrantes de la memoria operativa, mejoran la efectividad de los procesos cognitivos y el aprendizaje. En general, los estudiantes mejoran como aprendices efectivos y autónomos con el desarrollo de estrategias *cognitivas* que favorecen la identificación de la información *relevante* y concentración en la misma, empleando adecuadamente los limitados recursos cognitivos disponibles, junto con el desarrollo de estrategias *metacognitivas* para el propio control y autorregulación de las operaciones.

Los aprendices que disponen de más experiencias y conocimiento previo identifican con mayor facilidad la información *relevante*, centrando su *atención* selectivamente en los aspectos sustanciales. La efectividad de la *percepción*, en el reconocimiento de patrones e identificación del objeto, depende también de la base de conocimientos en que se apoya, particularmente importantes cuando se trata de la percepción compleja.

En el procesamiento cognitivo existe una íntima *interconexión* entre percepción, atención y memoria operativa. Esto es, en cualquiera de los procesos cognitivos, *atención*, *percepción* o *memoria* actúan conjuntamente, lo que constituye un factor decisivo en la adquisición, recuperación y utilización del conocimiento.

Asimismo, entre la memoria *operativa*, a corto plazo, y la memoria *permanente,* a largo plazo, se produce un constante flujo de información, de doble dirección. Por una parte, en el proceso de reconocimiento y comprensión de la nueva información concurren los conocimientos o contenidos relacionados disponibles en la memoria a largo plazo, selectivamente activados. Por otra parte, la nueva información así procesada en la memoria operativa es transferida y codificada en la memoria permanente como conocimiento organizado e integrado en la estructura cognitiva del aprendiz. Esto es, en el procesamiento de nuevas unidades, refluyen a la memoria operativa los conocimientos disponibles en la memoria permanente y el nuevo conocimiento así elaborado o construido se transfiere a la memoria permanente, donde queda disponible haciendo posibles ulteriores procesos cognitivos.

Las admirables realizaciones de la mente humana resultan de la actuación combinada de los distintos subsistemas, estructuras y componentes que configuran el sistema cognitivo, a lo que subyace la formidable capacidad de la memoria permanente, en sus distintas formas de memoria semántica o conceptual, episódica y procedimental. A ello contribuye el adecuado empleo de los recursos mentales disponibles, con la utilización de las pertinentes estrategias cognitivas adquiridas;

representando el aprendizaje un decisivo factor en la potenciación de las capacidades y la obtención de tan formidables logros.

La conceptuación estructural de la memoria humana en la perspectiva temporal y funcional (sensorial, operativa y permanente), se completa con la concepción operativa y dinámica que proporciona la teoría de los denominados *niveles de procesamiento*, resaltando los aspectos cualitativos en el procesamiento de la información. (Craik y Lockhard, 1972).

La duración de la retención a largo plazo no depende del tiempo de permanencia de un elemento en la memoria a corto plazo, sino del nivel de procesamiento. Así, una palabra procesada en términos de sus rasgos sensoriales visuales produce un aprendizaje débil. Un procesamiento fonológico, en términos de sonido, mejora algo la retención; mientras que un procesamiento semántico, significativo, más profundo, produce una retención mejor y más duradera.

Por consiguiente, se producen distintos y sucesivos modos de procesamiento de la información. En los primeros niveles el procesamiento de la información es más superficial, limitándose al registro, análisis y procesamiento de las características, propiedades o rasgos físicos de los estímulos de entrada; mientras que los últimos niveles comportan procesos más profundos de elaboración, que implican una codificación de naturaleza semántica, conceptual, proposicional o esquemática, con representaciones cognitivas de naturaleza simbólica o abstracta.

Esos niveles de procesamiento de la información son claramente compatibles con la arquitectura funcional de la memoria basada en el modelo modal de Attkinson y Shiffrin, como han demostrado, entre otros, Raaijmakers (1993), Estes (1999), Izawa (1999) y Ruiz-Vargas (2002).

La naturaleza y limitada capacidad de la memoria operativa conlleva ciertas restricciones en el proceso de aprendizaje y la acción docente. Dadas las limitaciones en la amplitud y duración de la retención a corto plazo, la presentación de gran cantidad de información, a un ritmo excesivamente rápido, puede dificultar su activo mantenimiento y efectivo procesamiento cognitivo. Los estímulos o unidades informativas pueden ser inmediatamente desplazadas por las siguientes obstaculizando un procesamiento eficiente. En cambio, un ritmo más lento permite el repaso de *mantenimiento* y el repaso de *elaboración* de los elementos entrantes, su adecuado procesamiento y transferencia a la memoria semántica, a largo plazo. Esto es, cuando el agente educativo, profesor o medio tecnológico, presenta una amplia información, a un ritmo que supera la capacidad de la memoria operativa, puede resultar difícil para el aprendiz procesar mentalmente tal cantidad de elementos informativos, sucesivamente desplazados por los siguientes. (Sweller, 1994; Sweller y Chandler, 1994).

Repárese en que la dificultad de ciertas operaciones mentales, como la sustracción 857-107 o la multiplicación 22x12, no se debe a la complejidad de las opera-

ciones mismas o necesidad de profundos conocimientos, sino a que superan la capacidad de la memoria operativa o de trabajo, lo cual se subsana mediante la "retención" de los datos en un papel. Recuérdese igualmente el caso, anteriormente mencionado, concerniente a la retención y utilización de la información o descripción oral de un itinerario urbano, sin mapa a la vista.

El problema surge especialmente cuando se trata del aprendizaje de contenidos complejos con nuevos conceptos y vocabulario específico desconocido, sin que el aprendiz disponga en la memoria semántica de los pertinentes conocimientos o experiencias previas, cuan estructuras cognitivas de acogida o anclaje que permitan el establecimiento de relaciones, atribución de significados e integración.

La acción docente requiere, por tanto, el diseño de secuencias con una gradual sucesión de los elementos informativos, de modo que no resulte sobrecargada la memoria operativa, ni saturados los recursos cognitivos del aprendiz. Las tareas cognitivas complejas pueden simplificarse dividiéndolas en subtareas, evitando la sobrecarga de la memoria de trabajo; aunque su dosificación puede incrementarse en la medida en que los conocimientos nuevos estén debidamente estructurados y vinculados a los conocimientos ya disponibles, resultando facilitada la asimilación y acomodación de los mismos. Es ejemplo evidente de innecesaria sobrecarga, entre otros muchos, la presentación de contenidos informativos como los de este tipo: la inversión en Educación fue de 84.394.532 € en el último ejercicio económico frente a los 77.983.709 € del anterior. [en lugar de 77.000.000 y 84. 000.000 respectivamente]

Se trate de un procesamiento sucesivo, en serie, o de un procesamiento simultáneo, en paralelo, se requiere *tiempo*, aunque se trate de segundos, décimas o milisegundos. Para aludir a la catarata de información cuyo procesamiento no resulta viable, se ha utilizado la metáfora del "cuello de botella" para resaltar que la multiplicidad de estímulos que se suceden rápidamente puede obstaculizar el normal procesamiento cognitivo de los mismos, afectando a las condiciones del aprendizaje y sus resultados, como efecto de la *carga* cognitiva en la memoria operativa.

La capacidad de procesamiento de la información que llega al aprendiz resulta limitada por la *atención*, que opera selectivamente, concentrando sucesivamente los recursos mentales en cada elemento, aspecto o faceta. Dada la importancia de la *atención* como constituyente del ejecutivo central de la memoria operativa, en las operaciones cognitivas es de especial importancia la focalización en los elementos más relevantes o aspectos sustaciales, a lo que puede contribuir muy eficazmente la acción docente. Determinados actividades, que inicialmente eran procesos controlados, en virtud de la práctica van reduciendo sucesivamente la necesidad de atención o control consciente al convertirse en procesos automatizados, consolidándose como automatismos aprendidos o destrezas. Los procesos o subprocesos automatizados, de mayor rapidez, contribuyen a que a que se procese más información sus-

tancial, acelerando el ritmo de las actividades complejas. La efectividad de muchas de las actividades que se realizan en la institución escolar y fuera de ella implican procesos simultáneos, siendo necesario que uno de ellos se realice de modo automático. Asimismo, el rendimiento de la memoria operativa se incrementa en virtud de los procesos de agrupamiento de elementos en super-elementos o unidades informativas más amplias (chunks) que constituye una forma de condensación de la información, como se expuso precedentemente.

7. LA MEMORIA PERMANENTE: FUNCIÓN EN LA COGNICIÓN Y LA ACCIÓN

7.1. Retención duradera de lo aprendido: memoria a largo plazo

La memoria humana es un sistema cognitivo complejo, integrado por varios subsistemas, manifestándose sus procesos básicos en la adquisición o codificación de la información, su retención o almacenamiento y su ulterior recuperación en momentos y situaciones requeridas por la cognición y la acción humana.

Como se ha señalado precedentemente, al subsistema de la memoria operativa o memoria de trabajo, a corto plazo, corresponde la inmediata y breve retención de lo que está siendo procesado. Es decir, mantiene transitoriamente activa en la conciencia la información cognitivamente procesada que luego podrá ser transferida a la memoria a largo plazo y organizadamente retenida en la misma, produciéndose el aprendizaje.

En el subsistema de la memoria a largo plazo o memoria permanente van sucesivamente acumulándose e integrándose ordenadamente, en grado diverso, los conocimientos adquiridos a lo largo de la vida. Contiene, pues, el conjunto de resultados de las experiencias, aconteceres y saberes adquiridos por una persona sobre sí misma, acerca del mundo y símbolos que los representan.

A diferencia de la memoria operativa, a corto plazo, la capacidad de la memoria a largo plazo es de una *amplitud* teóricamente ilimitada. Asimismo, los contenidos retenidos pueden tener una *duración* que abarca días, meses, años o toda la vida. Uno de los investigadores que más tiempo y esfuerzo ha dedicado al estudio de la duración de lo aprendido propuso la denominación *permastore* (*permanent-store*) o almacén permanente para la memoria a largo plazo. (Bahrick,1984).

Aunque no sea muy abundante la investigación solvente respecto de la duración en la memoria a largo plazo de de los contenidos adquiridos en las instituciones escolares, se ha comprobado, por ejemplo, que transcurridos ocho años, los estudiantes de un curso de psicología cognitiva aun mantenían un notable proporción de los contenidos aprendidos. También se ha llevado a cabo determinadas verificaciones sobre la duración de lo aprendido en geometría y álgebra.

Se ha comprobado reiteradamente que la duración de lo aprendido depende vigorosamente del modo en que haya sido aprendido, entre cuyos factores destacan la implicación del aprendiz en comprensión o construcción del *significado*, la ordenación del contenido u *organización* en la memoria permanente de estructuras jerárquicas o redes conceptuales y ulterior *utilización* del conocimiento adquirido. De aquí la dificultad de las investigaciones, la validez y fiabilidad de las mismas si se prescinde de los mencionados puntos de partida.

Uno de los estudios longitudinales más prolongados ha sido el concerniente a personas de habla inglesa, que habían aprendido español durante su período escolar. Transcurridos 50 años, mostraban una relativa retención, aun cuando apenas habían tenido una práctica activa de esta lengua durante tan largo período de tiempo. Esto es, una vez logrado un buen dominio, lo aprendido puede persistir durante toda la vida. (Bahrick y otros, 1994, Bahrick, 2000).

En general, tras un descenso rápido de la retención en los cuatro años siguientes a la adquisición, la curva se estabiliza a lo largo de los años sucesivos. En todo caso, hay que insistir en la dependencia del modo de adquisición o índole de las actividades de aprendizaje por el que los conocimientos son adquiridos. Los resultados de la investigación han mostrado muy baja correlación entre las calificaciones de los exámenes finales y la duración de lo aprendido; aunque se detecta correlación con las tareas o actividades escolares llevadas a cabo realmente a lo largo del curso. Esas actividades son mejores predictores de la persistencia de lo aprendido, justamente porque reflejan el nivel de elaboración de los contenidos. (Conway, Cohen y Stamhope, 1991).

¿Qué es lo que se retine en la memoria a largo plazo? En la memoria humana se almacenan o retienen dos tipos básicos de conocimiento: conocimiento *declarativo* y conocimiento *procedimental.* ¿En qué consiste cada uno de ellos?

El conocimiento *declarativo* se refiere a conceptos, hechos o datos, así como a los acontecimientos que a cada uno le han sucedido. Incluye, pues, conocimientos tales como los conceptos de volumen, de densidad, de anfibio, que los tres ángulos de un triángulo suman 180º o que La Palma es una de las islas del archipiélago canario; así como que la fuerte nevada del domingo nos cogió llegando a casa o que la cena de la noche anterior incluía espárragos de Navarra.

El *conocimiento procedimental* concierne a las habilidades, destrezas o procedimientos concernientes al modo de ejecución de distintas actividades o tareas, como abrir un grifo, nadar, conducir un vehículo o multiplicar números naturales.

Brevemente expresado, *la memoria declarativa* concierne a saber *qué* y la *memoria procedimental* a saber *cómo*. Por ejemplo, una cosa es saber *qué* es el baloncesto, en cuya virtud una persona puede declarar, enunciar o describir las normas que lo rigen, sus principios técnicos, tácticos, etc. (*conocimiento declarativo*). Otra cosa es saber *cómo* se efectúan los movimientos adecuados para recibir y enviar la pelota al lugar adecuado, realizándolos en el momento oportuno (*conocimiento procedimental*).

Ambos tipos de conocimiento corresponden a modalidades de aprendizaje, que se producen en los sucesivos niveles educativos, desde la etapa infantil hasta la alta formación profesional. Una gran proporción del contenido del currículo escolar concierne al conocimiento declarativo; correspondiendo otra parte, no menos importante, al conocimiento procedimental. Memoria *declarativa* y memoria *procedimental* son, por tanto, dos formas de la memoria permanente, que se corresponden con dichos dos grandes tipos de saberes. (Anderson, 1993; Eichenbaum, 1997).

En la *memoria* ***declarativa*** se distinguen, a su vez, dos formas: una es la memoria *semántica* o conceptual; otra es la memoria *episódica,* cotidiana o autobiográfica. ¿En qué se funda tal distinción?

Si se percibe un determinado objeto compuesto de dos ruedas, manillar, pequeño motor, con olor a gasolina, etc., se reconoce e identifica como miembro de la categoría *motocicleta*, perteneciente, a su vez, a la supracategoría vehículo. Al percibir tal objeto, se activa el conocimiento previo, imagen, concepto, y nombre del mismo. Se piensa acerca de las propiedades de las motocicletas en general: sus características como vehículos, utilidad, velocidad, peligros que entrañan, etc. Se trata, pues, de procesos que atañen específicamente a la adquisición o codificación, la retención o almacenamiento y la recuperación (reconocimiento o recuerdo) concernientes a hechos y conceptos, en el ámbito de la ***memoria semántica*** o conceptual. Se refieren al denominado conocimiento o saber *qué*: *qué* es eso de los ácidos grasos monoinsaturados; *qué* es eso del golf, *qué* es eso de la potencia de un número.

Cuando una persona recuerda acontecimientos que le sucedieron como el regalo de la bicicleta de montaña recibido aquel mes de junio, al finalizar la etapa de educación primaria; cuando evoca y revive el episodio del pequeño accidente cerca de la playa, una tarde de finales de agosto, entonces todo ello corresponde a procesos del ámbito de la ***memoria episódica***. *Qué* nos sucedió en la madrugada del pasado sábado en la plaza Mayor o *qué* calificación obtuve el pasado curso, en Historia Contemporánea son aconteceres sucedidos en el transcurso de propia vida, constitutivos de las propias experiencias, cuyos procesos de codificación, retención y evocación conciernen a la memoria episódica. (Gardiner y Richardson-Klaven, 2000).

Ambas formas de memoria, que interactúan de manera constante, se rigen por unos principios comunes, aunque cada una obedece también a sus propios principios específicos, en los procesos de codificación, retención y recuperación o recuerdo, (Tulving, 1985 y 1999).

7.2. El conocimiento general: la memoria semántica

El contenido de la memoria semántica concierne al conocimiento general fáctico y conceptual, de hechos y conceptos sobre el mundo, sus relaciones y las palabras o símbolos denotativos de los mismos.

Que el Danubio pasa por las afueras de Viena y por el centro de Budapest, que π es la longitud de la circunferencia dividida por el radio o que el verbo concuerda con el sujeto en número y persona, son saberes declarativos correspondientes a la memoria semántica.

Comprende el conjunto del conocimiento de los hechos, datos, conceptos, principios, generalizaciones, que una persona ha ido acumulando e integrando en el transcurso de la vida. Es contenido de la memoria semántica el conjunto de las

representaciones mentales que constituyen el propio conocimiento conceptual o proposicional organizado.

Incluye, pues, el bagaje cognoscitivo o conjunto estructurado de los conocimientos logrados en el transcurso de la vida, mediante el aprendizaje implícito, inconsciente o incidental y el aprendizaje explícito, intencional y sistemático, correspondiendo una buena proporción al conocimiento adquirido en la institución escolar. Abarca, por tanto, el conocimiento de las grandes áreas organizadas del saber humano, constitutivas de redes de conocimientos codificados, retenidos ordenadamente; desde la historia, la geometría o la astronomía, hasta la microbiología, el electromagnetismo o la fonética. Por tanto, en la memoria semántica se halla el conocimiento organizado como conjuntos de conceptos y sus relaciones, redes conceptuales y esquemas mentales, constitutivos de estructuras cognitivas.

El contenido de la memoria semántica está constituido, pues, por el conocimiento general poseído por el individuo, sin referencia a cuándo y dónde ha sido adquirido. Por ejemplo, son contenidos de la memoria semántica que "Viena es la capital de Austria" o que "El hielo es uno de los estados del agua". En cambio la memoria episódica incorpora el *cuándo* y el *dónde*. Son ejemplos del contenido de la memoria episódica los siguientes: "Esta mañana, en el colegio, aprendí que Viena es la capital de Austria" o "Ayer me escurrí en el hielo del parque".

La memoria *episódica* contiene información sobre acontecimientos concretos, incluyendo el lugar, tiempo y modo de adquisición por el sujeto; mientras que la memoria *semántica*, concerniente al conocimiento general, no contiene dichas especificaciones. La información que contiene la memoria semántica no está directa y necesariamente ligada a la fuente, lugar o momento de adquisición del conocimiento. El conocimiento de que los tres ángulos interiores de un triángulo suman 180º no incluye dónde, cuándo y cómo fue adquirido. No obstante, entre memoria episódica y memoria semántica se producen interacciones, sin que, a veces, sea fácil establecer distinciones tajantes.

Al referirse a la memoria *semántica*, los psicólogos usan la palabra *semántica* en un sentido mucho más amplio que el que tiene en la teoría lingüística y en la conversación culta ordinaria. El bagaje o fondo conocimiento disponible en la memoria semántica comprende conceptos, como que el triángulo es la figura limitada por una línea poligonal cerrada de tres lados; conocimiento factual, de hechos, como que durante el reinado de Carlos II la monarquía española quedó reducida a a potencia de segundo rango, incluido abundante conocimiento enciclopédico, como que Isabel la Católica murió en Medina del Campo, y conocimiento léxico o lingüístico como, que las palabras cátedra y catedral o decano y deán están relacionadas o el significado y relaciones de *panadero* y *panadería* o *pan* y *trigo*.

Las personas necesitan dividir el mundo en categorías o clases de objetos en orden a dar sentido al propio conocimiento, como que ciertos objetos pertenecen a

la categoría *mueble*; otros pertenecen a la categoría *árbol*, etc. Por tanto categorías y conceptos son contenidos esenciales de la memoria semántica.

Los procesos de la memoria *semántica* que atañen a la adquisición, la retención organizada y relativamente consolidada y la recuperación de las representaciones conceptuales y esquemáticas hacen posible la elaboración de nuevos saberes y el pensamiento en general.

Los contenidos y procesos de la memoria semántica están en el fondo del pensamiento y la acción humana, manifestándose en las diversas actividades como el habla, la lectura o comprensión de textos, la interpretación de mapas, la resolución de problemas, la toma de decisiones y en general la realización de inferencias y predicciones.

La memoria *semántica* es, pues, el gran deposito de saberes que entran en juego en los distintos procesos cognitivos. Así, en la percepción, los estímulos son *interpretados* en función del conocimiento previo disponible. Un estímulo o elemento informativo es identificado e interpretado empleando el conocimiento disponible en la memoria semántica, relacionado con aquel, lo que permite ir más allá de la simple información proporcionada por el elemento o estímulo presente. En virtud de las relaciones que se establecen entre los conocimientos ya disponibles en la memoria semántica y los nuevos estímulos se produce un procesamiento más *profundo* de estos, constituyendo la base del aprendizaje significativo.

La organización propia de la memoria semántica es organización con arreglo a los conceptos, de tal modo que los más concretos y específicos son miembros de conjuntos más amplios y generales. Esta estructuración jerárquica en categorías supraordenadas y subordinadas permite realizar inferencias y predicciones, esenciales en la cognición y la acción humana, partiendo de que las propiedades o atributos de las categorías más generales son también verdaderas para las más específicas o particulares semánticamente conectadas a aquellas. (Sloman, 1998).

Lo que es cierto del concepto animal lo es también del concepto mamífero y lo que es cierto del concepto mamífero lo es también del concepto roedor, como la ardilla. Si un alumno de primer curso de educación secundaria conoce las características de los mamíferos, puede inferir que la liebre tiene una temperatura constante y posee mamas para la alimentación de sus crías, sin haberlo oído nunca.

Por consiguiente, la capacidad de mantener y recuperar la información almacenada posibilita la realización de combinaciones e *inferir* nueva información que no ha sido directamente aprendida, por lo que el aprendiz puede disponer de conocimientos que nunca le han sido directamente enseñados.

La estructuración u organización de la memoria semántica por el contenido permite recuperar información relevante para la situación. Ya los iniciales experimentos sobre tareas de decisión léxica pusieron de relieve que una palabra semánticamente relacionada con otra era recordada con mayor facilidad o rapidez. Es, pues, más probable que unos conceptos evoquen otros conceptos relacionados semánticamente.

7.3. El conocimiento autobiográfico: la memoria episódica

La *memoria episódica* concierne a la codificación, retención y recuperación del flujo de episodios sucedidos a lo largo de la vida de la persona, localizados en el espacio y el tiempo, como la cena del sábado en casa de un amigo, la recepción de un regalo el último cumpleaños o el funesto desbordamiento del río el pasado invierno.

Es específico de la memoria episódica el encuadramiento de tales acontecimientos en determinado contexto temporal y espacial, siendo, por consiguiente, muy sensible al contexto. Se trata, por tanto, de representaciones de determinados acontecimientos o experiencias concretas, del propio pasado, localizadas en el tiempo y en el espacio. (Turing, 2002).

El contenido de la memoria semántica está organizado conceptualmente, según principios abstractos, como la estructura jerárquica de categorías o redes conceptuales sin que los conocimientos o saberes incluyan una referencia al momento y lugar de su adquisición, siendo menos sensible a los efectos del contexto.

En cambio el contenido de la memoria episódica está organizado según el tiempo en que sucedieron los acontecimientos y lugar donde ocurrieron. Su organización propia es de índole lineal-temporal, teniendo una especial relevancia las características perceptivas y los recuerdos en forma de *imágenes*; así como las propias vivencias personales.

Se considera como *memoria cotidiana* por cuanto que concierne a los acontecimientos que se suceden a los largo de los días, como el tiempo que tardó en llegar el autobús esta mañana, la cena del sábado en la casa de un amigo o el fuerte temporal de lluvia y viento de comienzos de enero pasado. Pero, tales acontecimientos cotidianos, como la cena del sábado, serán recordados sólo durante unos pocos días despues, excepto que en la misma o su contexto se hayan dado determinadas circunstancias especiales. El recuerdo de aquel temporal pronto decaerá subsumido por el más violento del mes siguiente u otros similares, excepto que entonces se hubiese inundado la propia vivienda.

El contenido de la memoria episódica, integrado por las propias experiencias personales o acontecimientos en los que la persona se siente implicada, configura la propia historia personal, constituyendo la *memoria autobiográfica* que codifica, retiene y recupera o rememora experiencias personales o episodios que, de algún modo, afectan a la propia vida.

Con la recuperación consciente de acontecimientos del propio pasado la persona reexperimenta o revive experiencias precedentes, trayéndolas mentalmente al presente y proyectándolos sobre el futuro, lo que resulta específico de esta forma de memoria permanente.

La recuperación de la memoria episódica o rememoración del un acontecimiento como la picadura de una abeja (*qué*) en el parque próximo (*dónde*) la

pasada primavera (*cuándo*) difiere considerablemente de la recuperación de la memoria semántica del conocimiento genérico o características de este tipo de insecto alado o heminóptero, que es la *apis melifica*.

El recuerdo de aquel primer amor juvenil en las vacaciones de segundo curso, el ingreso en la universidad o la primera entrevista de trabajo constituyen hitos de la propia vida, integrantes de la propia historia personal, codificados y prolongadamente retenidos con cierto detalle. El proceso de recuperación propio de la memoria episódica, autobiográfica, comporta la experiencia consciente de revivir un suceso pretérito y entraña una sensación de pasado personal, recuperado y traído al presente. Estas características no se dan en la memoria semántica o conceptual, como ocurre en la activación del concepto de número racional, de paralelogramo o que las aves son vertebrados, con el cuerpo cubierto de plumas, alas, temperatura constante y respiración pulmonar.

El tipo de conciencia propio de la memoria semántica —recuerdo o reconocimiento— de naturaleza genérica o simplemente conocimiento, lo denomina Tulving conciencia *noética*, como conciencia de conocer o saber. A la conciencia propia de la recuperación episódica la llama conciencia *auto-noética*, conciencia de rememoración de lo acontecido a uno mismo en el pasado, que constituye lo específico de esta segunda forma de la memoria humana. (Tulving y Lepage, 2000; Tulving, 2001).

Por otra parte, la memoria episódica, autobiográfica, funciona con arreglo a determinados estratos o planos, de tal modo que los acontecimientos más concretos o singulares están encuadrados o incluidos en el marco de estratos más amplios. (Conway, 1992).

Los más amplios corresponden a prolongadas *etapas* de la vida del individuo, abarcando varios años, quinquenios o decenios, que configuran o articulan la propia biografía, constituyendo referentes básicos para la persona, en términos tales como cuando estaba en el colegio, cuando vivía en el pueblo, cuando trabajaba en XYZ. Estos periodos vitales suministran el marco para situarse en el tiempo autobiográfico, proporcionando pistas, indicios o claves para recuerdos más específicos. Pueden evocar estados de ánimo, vivencias, predisposiciones, expectativas o propósitos típicos de tales etapas de la historia personal.

Un segundo estrato de la memoria autobiográfica concierne a acontecimientos o experiencias personales organizadas temporalmente en torno *a hitos* relevantes y significativos, como la finalización de la educación secundaria, el primer trabajo, etc. que operan en la recuperación de acontecimientos referidos o relacionados con tales hitos significativos.

El tercer estrato esta constituido por imágenes concretas de un *suceso* singular específico, como la visita a aquella preciosa ciudad, con su catedral gótica, en el segundo curso de educación secundaria o la cena en un renombrado restaurante para celebrar el primer sueldo.

Por tanto, lo que aparece como una evocación o recuerdo aislado, tiene diversas vinculaciones con otros y referencia a determinado período vital o amplios estratos de la estructura de la memoria biográfica. Los recuerdos específicos no emergen como algo aislado, sino como parte de un continuo que da significado a la propia biografía, la identidad personal y sentido del yo.Tales experiencias, retenidas con cierto detalle, incluidas las correspondientes circunstancias espacio-temporales o contextuales asociadas a las mismas, tienen una prolongada persistencia en la memoria humana. Otra cuestión será la precisión de tales recuerdos, dado el carácter constructivo o reconstructivo de la memoria humana.

Un tipo especial son los denominados *recuerdos-flash* o *recuerdos-relámpago*, como imagen fotográfica de un acontecimiento pretérito, en el sentido de una especie de imagen congelada de una escena o acontecimiento que han afectado a la comunidad, en que el individuo se siente implicado. Este tipo especial de recuerdo ha sido objeto de numerosos estudios en los últimos años. (Neisser y Libby, 2000)

Dichos recuerdos, con peculiares rasgos distintivos, corresponden a acontecimientos que tienen las características siguientes: *imprevistos* o inesperados, *relevantes* y con un notorio componente *emocional.* (Conway, 1995).

Aunque haya transcurrido mucho tiempo, se recuerda la índole y características de ciertos *acontecimientos*, vividos o inmediatamente presentados en la televisión, como el criminal ataque islamista contra las torres gemelas (*World Trade Center*) de Nueva York, en el año 2001; el atentado simultaneo en varios trenes, sucedido en Madrid en marzo del 2004, tres días antes de unas elecciones generales o el terrible maremoto en el Océano Indico en el 2005.

Una peculiaridad de este tipo de recuerdos es la abundancia de detalles, incluidos los de índole contextual, que los sujetos manifiestan recordar sobre las circunstancias en que conocieron lo sucedido, como el lugar en que se encontraban, el momento del día, sus acompañantes, la fuente informativa, etc. Ligado a lo anterior, es igualmente característica la seguridad mostrada por los propios sujetos respecto de la precisión de su recuerdo de tales detalles.

Uno de los estudios más conocidos sobre este tipo específico de recuerdo tenía como objeto un acontecimiento tan relevante, imprevisto y dramático como la explosión del trasbordador espacial *Challenger* (1986) con la muerte de todos sus tripulantes. Pues bien, transcurridos casi tres años, los detalles sobre las circunstancias personales en que se tuvo conocimiento del acontecimiento contenían una notable proporción de errores o distorsiones, lo que indica que el recuerdo de los detalles de este tipo acontecimientos públicos relevantes no parece ser especialmente potente. Sin embargo, los sujetos creían que el recuerdo de los detalles sobre las circunstancias en que tuvieron conocimiento de aquel dramático suceso era muy preciso, lo cual pone de manifiesto una seguridad injustificada. (Neisser y Harsch, 1992).

En otro estudio sobre un acontecimiento público relevante, el recuerdo de los detalles, transcurrido poco más de una año, no era más preciso que el recuerdo de un acontecimiento cotidiano como el primer encuentro con el compañero de habitación en la residencia universitaria.(Weaver, 1993).

Se suponía, según el dictado del sentido común, que el factor más influyente en el recuerdo de este tipo de acontecimientos era su componente *emocional* y particularmente el signo positivo o negativo de mismo. Pero, la investigación ha mostrado que aunque realmente existe diferente probabilidad respecto del recuerdo agradable y el desagradable; sin embargo, tal diferencia, por lo general, desaparece después de un año aproximadamente. Esto es, transcurrido ese tiempo, los recuerdos agradables tienen las mismas posibilidades de recuperación mnemónica que los desagradables o los neutros. Pero, también los estudios científicos han puesto de relieve que su retención es más duradera en la medida en que tales acontecimientos o ciertas consecuencias de los mismos afectan a la persona. (Rubin, 1996).

¿Cuál es la explicación de este hecho? En general, la relativa precisión y duración del recuerdo de este tipo de acontecimientos se debe a que las personas concernidas piensan en los hechos ocurridos, realizan reiterados comentarios sobre los mismos y las circunstancias en que se produjeron y sus efectos, produciéndose un tipo de *repaso elaborativo*, Es decir, vuelven a hacer mentalmente presente el acontecimiento, activando reiteradamente su recuerdo, de modo que se produce una continuada y más profunda *elaboración* mental, en mayor grado que respecto de otros acontecimientos ordinarios, prolongando la duración del recuerdo del hecho en cuestión, aunque interviniendo el carácter reconstructivo de la memoria humana.

Asimismo, este tipo de acontecimientos contienen elementos *distintivos*, que lo diferencian de otros acontecimientos cotidianos, reduciéndose los efectos de la interferencia y favoreciendo la retención, a lo que contribuye también el efecto de *autoreferencia* que entrañan. En páginas posteriores se analizarán estos y otros efectos en la memoria, en los procesos de codificación y recuperación.

Por otra parte, como ya se ha indicado, dado el carácter activo y reconstructivo inherente a la memoria humana, se generar errores o distorsiones debidos en principalmente a la mezcla de elementos informativos de distinto origen. Pero, generalmente tales errores de recuerdo suelen afectar a lugares comunes y detalles periféricos de los acontecimientos, más que al contenido básico o nuclear de los sucesos relevantes. Cabe señalar, sin embargo, que, en general, la memoria episódica es duradera y bastante precisa. En un riguroso estudio, con adultos de edad media, se encontró que aseguraba casi el 98% de los acontecimientos públicos. (Howes y Katz (1992).

Aunque en el análisis de la memoria humana se ponen en contraste memoria semántica y memoria episódica; sin embargo, ambas comparten muchas propieda-

des, con mutuas interacciones. Ambas comportan una retención duradera, con una capacidad prácticamente ilimitada. Sus procesos de adquisición o codificación son muy semejantes, manifestándose en su capacidad para retener la información a partir de un solo encuentro con el estímulo o configuración estimular, como formas de memoria de ensayo único, diferenciándose de la memoria procedimental que requiere actos reiterados en el proceso de adquisición. Los procesos de la memoria semántica y la memoria episódica constituyen procesos representacionales, operando con información proposicional, que puede ser descrita en términos de objetos y relaciones, permitiendo inferencias diversas. La información recuperada en ambas formas de memoria puede ser expresada simbólicamente mediante el lenguaje o representaciones analógicas, que también las diferencia de la memoria procedimental.

En el orden cognitivo, la estrecha relación entre ambas formas de la memoria permanente, semántica y episódica, se pone de manifiesto en los procesos de adquisición o codificación y de evocación o recuperación de información episódica, concreta, en que se utiliza información de índole conceptual, propia de la memoria semántica. Por ejemplo, cuando alguien recuerda aquella maravillosa observación de una bandada de patos atravesando el cielo en el atardecer del pasado sábado, ello implica su previo conocimiento de la categoría de patos y concepto de las aves en general. Asimismo, ciertos conocimientos de índole proposicional se retienen y evocan asociados a determinados episodios personalmente experimentados en el laboratorio, el gimnasio, el campo o el propio domicilio. (Lieury y De la Haye, 2004).

No obstante las semejanzas mencionadas; sin embargo, difieren en cuanto a la índole de la experiencia consciente de la memoria semántica y episódica en los procesos de recuperación de la información, que, como ya se indicó, Tulving denominó recuperación noética y autonoética respectivamente. (Tulving, 2001).

Ciertos estudios neuropsicológicos sobre la amnesia anterógrada, parecen indicar que memoria semántica y memoria episódica constituyen dos formas diferenciadas de la memoria humana. (Turing y Markiwistch, 1998).

La distinción entre memoria semántica y memoria episódica mostrada por los estudios a nivel cognitivo y comportamental, precedentemente descritos; ha sido secundada por los recientes hallazgos en el análisis a nivel neuropsicológico y de la neurociencia cognitiva. A la distinción anatómica y funcional ha contribuido el estudio de la amnesia o síndrome amnésico, realizados con sujetos con daños cerebrales, mostrando una parcial disociación entre ambas formas de memoria. Estos sujetos, habiendo perdido la memoria episódica, conservan prácticamente normal su memoria semántica, permitiéndoles incluso seguir una escolarización ordinaria. (Vargha-Khaden y otros, 1997; Baddeley, Vargha-Khadem y Mishkin, 2001).

Los avances tecnológicos, particularmente *la técnica de la neuroimagen funcional* favorecen el conocimiento de la organización neurocognitiva de la memoria. La confluencia de las investigaciones de la psicología cognitiva, la neuropsicología

cognitiva y la neurociencia cognitiva, entrañan notorias posibilidades en el mejor entendimiento de la naturaleza de la memoria humana. Las investigaciones sobre el sustrato neuroanatómico de la memoria muestran ciertos hallazgos respecto de la actividad diferencial y patrones diferenciales de activación de áreas cerebrales involucradas en los procesos de codificación y recuperación según se trate de la memoria semántica (conocimiento general) o la memoria episódica (sucesos singulares o experiencias personales) indicando una diferenciación neuroanatómica y funcional, así como su diferenciación de la memoria procedimental.

7.4. Saber cómo se hace: la memoria procedimental

La *memoria procedimental* concierne a la adquisición, mantenimiento y utilización de habilidades o destrezas motóricas y destrezas cognitivas. Montar en bicicleta, conducir un automóvil, ejecutar una pieza en el piano, escribir a mano o realizar un cálculo mental son tareas que, en último término, dependen de la memoria procedimental.

El ámbito de la memoria procedimental incluye lo que tradicionalmente se han venido denominando, habilidades, destrezas, hábitos, técnicas y estrategias, concernientes a *cómo* se hace algo, por lo que se diferencia claramente de la memoria declarativa, semántica y episódica.

Un procedimiento consiste en una serie de operaciones ordenadas a la consecución de un objetivo. En cuanto a su simplicidad/complejidad y áreas o dominios que comprenden, los procedimientos abarcan acciones tan variadas como escribir la letra mayúscula Ñ en el ordenador, pulsando simultáneamente las teclas ⇑, extraer un tornillo con el desatornillador con punta de estrella, trazar una circunferencia a mano alzada, buscar rápidamente una palabra en el diccionario, medir un objeto, trazar un cuadrado con regla y compás, realizar un calculo mental, como el cinco por ciento de una cantidad, elaborar una tabla o gráfica de datos estadísticos, aplicar una regla, hacer un reconocimiento químico-mineralógico o realizar una intervención quirúrgica. La memoria procedimental incluye, pues, habilidades cognitivas y motóricas, hábitos y condicionamiento, que se usan en cursos de acción.

Resumiendo, en los propios términos del profesor Ruiz-Vargas, "se trata por tanto de memorias de *acción* conductual o cognitiva, frente a los restantes sistemas que son memorias de *representación* cognitiva. Esto significa que las operaciones de la memoria procedimental se expresan en forma de procedimientos conductuales y cognitivos altamente cualificados que son independientes de la experiencia consciente del sujeto." (Ruiz-Vargas, 2002, p. 302).

La memoria procedimental concierne a las destrezas *motorices* como las implicadas en bajar las escaleras o la escritura manuscrita; incluyendo el aprendizaje básico de asociaciones mediante el condicionamiento clásico y operante. Igualmente,

incluye destrezas *perceptivas*, como las que se ponen en práctica en la lectura y las de nivel *cognitivo superior*, como las que intervienen en la resolución de problemas.

El análisis de la adquisición, retención y uso de procedimientos a los que subyace la memoria procedimental tiene una evidente relevancia psicológica y pedagogía, por comprender, en sí, una buena parte de la formación del individuo, puesto que ciertas habilidades o destrezas son necesarias para la efectiva realización de tareas de aprendizaje de distinto tipo. Así, es necesario el dominio de determinadas destrezas o habilidades en el empleo de determinados instrumentos y realización de actividades científicas, tecnológicas, plásticas, musicales y corporales o físicas. Por tanto, además de los procedimientos generales, se requiere el aprendizaje de procedimientos específicos de distintas áreas del curriculum escolar.

Cierto hecho o concepto, así como determinado acontecimiento que realmente sucedió, cuan contenidos de la memoria semántica o episódica puede describirse verbalmente de un modo relativamente fácil. En cambio, son más difícilmente *verbalizables* los contenidos propios de la memoria procedimental, concernientes movimientos o acciones. Describir detalladamente la serie de movimientos coordinados que se realizan para subir por una escalera, ponerse unos pantalones, o trazar un triángulo a mano alzada no resulta fácil, ni generalmente necesario.

Por otra parte, al subir unas escaleras, lanzar la pelota a determinado lugar o hacerse el nudo de la corbata no se está pensando pormenorizadamente en los movimientos o secuencia de actos constitutivos de tal actividad. Simplemente se hace *automáticamente*, con mayor o menor soltura, rapidez y precisión.

Al referirse a la memoria procedimental cabe insistir en que no se trata de decir o manifestar verbalmente cómo se hace algo, sino de saber *hacerlo*. Declarar o enunciar ordenadamente los pasos del procedimiento o secuencia de una acción no equivale al dominio de la destreza o procedimiento para hacerlo realmente. Consiste en ser capaz de realizar la actividad conducente al logro de la meta u objetivo. Se trata, pues, de un aprendizaje de dominio, al que subyacen esquemas de acción.

En este orden, cabe señalar tres modos de saber. Uno consiste en saber *qué* es algo, como qué es una corbata. Una persona puede saber lo que algo es, en que consiste y sus principios esenciales, como *qué* es el hockey sobre patines, *qué* es un sistema de ecuaciones; qué es la educación literaria o la patología quirúrgica, en su mayor amplitud científica. Otro modo de saber consiste en saber *cómo* se hace. La misma persona puede poseer también el conocimiento de las normas, fases y componentes de los procedimientos o estrategias correspondientes. Sin embargo, puede ocurrir que no sea capaz de "hacerlo"; esto es, de llevar a cabo con efectividad la actividad correspondiente, careciendo de las habilidades, destrezas o efectivo *dominio* de los procedimientos pertinentes. Por consiguiente, un tercer modo de saber es saber *hacerlo* efectivamente.

Una de las características que diferencian la adquisición de un conocimiento declarativo respecto de la adquisición de una habilidad o aprendizaje de un procedimiento es el tiempo y actos requeridos en uno y otro caso. Para el conocimiento de un hecho u objeto puede bastar con que el estímulo sea percibirlo una sola vez. En cambio, se necesita bastante tiempo de práctica deliberada, con ejercicios reiterados, para la adquisición de una habilidad o aprendizaje consolidado de un procedimiento, de modo que su uso resulte efectivo. La habilidad de nadar, respirando y avanzando sobre la superficie del agua, no se adquiere la primera vez que uno se introduce en la piscina.

La adquisición de una habilidad o aprendizaje de un procedimiento implica, pues, un proceso continuado, gradual y progresivo, adquiriéndose mediante la práctica sucesivos niveles de dominio, por lo que una habilidad puede poseerse en grados distintos. Al comienzo, la práctica produce cambios más intensos, siendo sucesivamente más lentos los progresos conducentes al deseable nivel de pericia.

Al respecto, es decisivo corregir los errores antes de que se consoliden e incorporen a la acción automatizada, en cuya virtud resultarán más difíciles de modificar. Por otra parte, con el desuso prolongado los saberes procedimentales o destrezas suelen experimentar un deterioro transitorio. Pero, tras reiniciar la actividad correspondiente se reactivarán fácilmente en un breve período, como ocurre, por ejemplo, con ciertas destrezas o habilidades deportivas o la practica audioral de un idioma extranjero.

El aprendizaje de un procedimiento puede iniciarse bien a partir unas instrucciones, orales o escritas; bien a partir de la percepción de un modelo que muestra como se ejecutan las operaciones correspondientes, que el aprendiz activamente tratará de imitar; bien mediante lo uno y lo otro. Las instrucciones describen o relatan verbalmente el modo de ejecución; mientras que el modelo muestra visualmente las operaciones y secuencia de las mismas para el logro del objetivo, se trate de la adquisición de las habilidades para bailar el vals, utilizar un electrodoméstico, usar el microscopio o elaborar de un diagrama de barras estadístico.

El laborioso aprendizaje autónomo del sujeto, mediante los propios ensayos, con errores y aciertos, suele ser una forma de adquisición, empleada con frecuencia, fuera y dentro de la institución escolar, en ausencia de un sistemático aprendizaje procedimental específico.

El profesor de educación física o entrenador da instrucciones orales sobre el modo de coger la raqueta de tenis y muestra el modo de empuñándola él mismo como modelo a la vista del aprendiz. Asimismo, suministra instrucciones y muestra la posición del cuerpo, el desplazamiento del brazo, etc. Por encima de esas destrezas, más tarde también enseñará algunas tácticas o estrategias, como la ejecución de una serie de golpes de vote alto, alejando al adversario hacia el fondo de la pista y sorprendiéndole con una dejada muy próxima a la red.

El “análisis de tareas” permite descomponer la destreza motórica o proceso cognitivo, en sus operaciones o elementos componentes, ejercitados independiente por el aprendiz y posteriormente recompuestas y ejercitadas en el orden de la secuencia de la acción, integrando cada nueva destreza con las previamente aprendidas. Conforme a tal diseño, el aprendizaje implica la sucesiva ejercitación en los pasos componentes y su ulterior integración en el orden de la secuencia, según un esquema global de acción. Es decir, el aprendiz termina ejecutándolos como una acción al haber logrado “condensar y automatizar la secuencia de acciones en una técnica o rutina sobre-aprendida” (Pozo, 2003, p. 296).

En virtud de la práctica, la acción se automatiza, realizándose, sin que haya de prestarse atención específica a cada uno de los sucesivos pasos componentes y sin experiencia consciente en la ejecución de los mismos. Pulsar las teclas del el ordenador para escribir una palabra se realiza al principio de modo lento, controlado, atento y consciente, hasta que con la practica se convierte en un proceso automatizado, que resulta más eficaz. Una vez automatizados, mediante la práctica, los procedimientos operan de modo rápido y eficaz sin demandar atención.

Logrado el aprendizaje consolidado de un procedimiento, entonces ya no será necesario recuperar de la memoria las instrucciones o normas que estuvieron presentes en el laborioso y consciente aprendizaje inicial. Lo que originariamente fueron operaciones de la memoria explícita pasa a corresponder al ámbito de la memoria implícita.

Un objetivo de la práctica deliberada es favorecer la transferencia del procedimiento aprendido a situaciones nuevas en que varían las condiciones de uso, por lo que se requirieren operaciones de generalización a contextos o situaciones diferentes, con procesos de diferenciación, especialización y perfeccionamiento progresivo.

Por consiguiente, es necesario practicar el procedimiento en situaciones y contextos diversos para discernir cómo las variaciones afectan al uso eficaz del procedimiento, adaptando y ajustando su uso a las circunstancias cambiantes. A los procesos asociativos mediante la práctica rutinaria se añaden, pues, procesos de análisis de las circunstancias y su relación con el logro de la meta, regulando el empleo de destrezas, técnicas y procedimientos de modo estratégico.

Por encima de uso rutinario de las destrezas simples automatizadas, suficientes cuando se trata de condiciones estables; a medida que varía contexto y circunstancias, tanto más necesario será comprender la índole de la situación, los fines y significado de la acción, los principios subyacentes y el tipo de las habilidades o procedimientos aplicables en cada situación.

El logro de ciertos objetivos requiere procedimientos complejos, que incluyen el dominio de varias destrezas simples, incrementándose los componentes que se articulan en la secuencia de la acción y su ajuste a circunstancias variables, con determinado control por parte del sujeto. Se trata ya del empleo de *estrategias*,

como procedimientos complejos, que implican un plan deliberadamente ejecutado que constituyen una acción compuesta. (Mosterín, 1987).

Aunque la eficacia de una estrategia dependa en notable medida del dominio de las destrezas automatizadas que la componen, el sujeto ha de comprender lo que hace, por qué lo hace y cómo hacerlo en función de las condiciones e índole de la tarea. En contextos más complejos, variables y abiertos, las situaciones resultan más problemáticas, habiendo de decidir sobre qué procedimiento resultará más efectivo. Por tanto, se requiere reflexión, interpretación de la situación, conocimiento conceptual específico y toma de decisiones. Por encima del dominio de las destrezas, se necesita un conocimiento conceptual específico del área de conocimiento o sector de actividad en que se inscribe el problema, asumiendo el control estratégico de la tarea.

No obstante, incluso las estrategias apoyadas en el conocimiento conceptual pueden llegar a automatizándose, mediante la práctica reiterada, sin requerir ya control pormenorizado y experiencia consciente en cada uno de los pasos componentes, lo cual es típico de la pericia o conocimiento del experto. Sin embargo, cuando la situación se complica, el experto es capaz de recuperar el control consciente de la acción, como puede ocurrir en el transcurso de una intervención quirúrgica. Lo precedentemente expuesto es de aplicación a la adquisición de las específicas destrezas y estrategias de aprendizaje, que constituyen objetivo esencial del *aprender a aprender*.

Mediante la técnica de la neuroimagen funcional se ha observado que en la fase inicial de aprendizaje procedimental de habilidades de carácter motor, visomotor y cognitivo están involucradas determinadas regiones del cerebro; pero, produciéndose un cambio a vías neurales alternativas a medida que se domina la habilidad o destreza.

Se ha observado una activación incrementada en determinadas áreas cerebrales durante la fase de aprendizaje, reduciéndose notoriamente la misma tras el período de práctica, con el incremento de la activación en otras. Es decir, tras el proceso de adquisición de la habilidad se produce un cambio a vías alternativas en el proceso de recuperación y uso de la habilidad. Es decir, el aprendizaje o adquisición de habilidades, motoras y cognitivas involucra determinadas regiones del cerebro en las primeras fases de aprendizaje o adquisición de la habilidad o destreza, cambiando a otras a otras regiones o vías una vez adquirida la habilidad, tal que la *recuperación* en la memoria procedimental parece depender de estructuras distintas a las involucradas en la *adquisición*, análogamente a lo que ocurre en la memoria semántica y episódica.

Como conclusión de este epígrafe, que además servirá como introducción al siguiente, resulta pertinente recoger en sus propias palabras la afirmación de Ruiz-Vargas: “En mi opinión, los descubrimientos recientes (que) demuestran que la mayor parte de las memorias dependen durante la primeras fases de adquisición o de consolidación de unas regiones cerebrales y, una vez establecidas y consolidadas, son transferidas y pasan a depender de otras diferentes —lo que implica que las primeras quedarían libres para nuevas adquisiciones—” (Ruiz-Vargas, 2002, p. 326)

8. ADQUISICIÓN DEL CONOCIMIENTO. EL PROCESO DE CODIFICACIÓN

8.1. Codificación, niveles de procesamiento y significado

El sistema cognitivo incluye dos procesos sustanciales y estrechamente relacionados. Uno es el proceso de *codificación* que concierne a la adquisición del conocimiento, con su retención o almacenamiento en la memoria. Otro es el proceso de *recuperación*, consistente en su rescate o evocación en el momento oportuno para su posible utilización en la cognición y la acción.

La *codificación* concierne, pues, al procesamiento inicial de los estímulos o elementos informativos, que genera una *representación* mental de los mismos. Esto es, "la codificación se refiere al inicial procesamiento de un elemento que conduce a una representación del mismo en la memoria" (Medin, Ross y Markman, 2001, p. 166).

La información puede ser codificada y retenida según diversos códigos, cuan registro del resultado de las operaciones cognitivas realizadas; pudiendo ser códigos de índole sensorial, auditivo o visual, de tipo verbal, imágenes o códigos de índole semántica. La investigación cognitiva sobre la codificación se centró en los códigos alfanuméricos o verbales, como números, letras, sílabas, palabras, oraciones o textos más amplios. Más recientes investigaciones sobe codificación de diversos tipos de estímulos, como la voz (Read y Craik, 1995), la música (Levitin, 1999) los olores (Herz y Engen (1996), indican que, en general, obedece a los mismos principios, aunque con sus respectivas particularidades específicas.

Han sido igualmente analizados procesos de codificación y recuperación de imágenes y su función en la cognición y el aprendizaje. La imagen visual retiene y conserva rasgos físicos del estímulo, siendo los nombres concretos, como *sillón* o *leopardo* más fácil y eficazmente codificados que los nombres abstractos, como *sinceridad* o *justicia* de difícil representación en una imagen visual. La teoría de la *codificación dual* indica que objetos, hechos o escenas pueden ser representados en un doble código palabra/imagen. Aprendizaje y memoria mejoran cuando un hecho u objeto puede ser codificado verbalmente y en imágenes, siendo mejor dos códigos que uno. (Paivio, 1986).

La atención desempeña un importante función en la codificación, aunque no constituye un fin en si misma; pues, lo decisivo de la *atención* prestada a los estímulos o entradas informativas es su mantenimiento activo en la memoria de trabajo en las operaciones de procesamiento perceptivo y conceptual en lo que la atención desempeña una función esencial. Por ejemplo, en la comunicación oral, las entradas auditivas se desvanecerán inmediatamente, a menos que se seleccionen y mantengan activas, de modo que los registros sensoriales auditivos brutos ("literales") se proce-

sen y convierten en códigos auditivos de la memoria a corto plazo que se transforman en representaciones semánticas que son retenidas en la memoria a largo plazo.

La *intención* del sujeto es un importante factor en la codificación. Cuando la intención es retener la secuencia de cifras de un número telefónico, para realizar una llamada, resulta eficiente codificarlo simplemente como una secuencia articulatoria, fono-motórica. Pero, resultará poco eficiente si el propósito es retener los nombres de dos personas recién conocidas, con las que han de mantenerse relaciones en el transcurso de la reunión, para lo que se requiere una codificación más compleja, como se analizará posteriormente. En general, la intención comporta una mayor implicación del aprendiz, con el empleo de los mejores procedimientos o estrategias disponibles, que es lo importante. Así, el aprendizaje *incidental* puede ser tan efectivo como el aprendizaje *intencional*, si el aprendiz se implica en un procesamiento profundo, significativo y bien elaborada codificación.

En el proceso de codificación, así como en la recuperación, opera un código de índole general constituido por el *contexto*. La información contextual no implica una codificación en la memoria distinta de la concerniente al objeto focal. No obstante la influencia del contexto, al recibir éste menos atención y ser menor su procesamiento elaborado, resulta más vulnerable en la memoria explícita.

En la codificación influye la modalidad sensorial de los estímulos (auditiva, visual, olfativa, táctil, etc.) y su estructura o configuración, que puede ser simple, como un dígito, o compleja, como una escena, texto o segmento del discurso. Pero, lo importante es lo que hace el aprendiz con los estímulos o elementos informativos nuevos. La actividad mental del aprendiz o modo en que *procesa* la información y las estrategias que emplea es, pues, lo decisivo. Justamente en la medida en que los estímulos o elementos informativos sean más activa, intensa y profundamente procesados, tanto mejor será la codificación y ulterior recuperación.

En la investigación sobre la memoria humana ejerció una extraordinaria influencia el breve artículo (12 págs.) sobre **niveles de procesamiento** publicado por Craik y Lockhart (1972), poniendo de relieve que, en el procesamiento de la información, puede atenderse a distintos aspectos, dimensiones o propiedades del estímulo o configuración de estímulos, con operaciones que dan lugar a un procesamiento de distintos *niveles* de profundidad. Un estímulo o configuración estimular puede procesarse atendiendo a sus diversas características sensoriales, analizando sus propiedades físicas: forma, tamaño, inclinaciones, color, luminosidad, sonido etc. Así, una palabra puede ser tratada en términos de sus características de tipo visual como tipografía, mayúsculas o minúsculas, numero de sílabas, sílaba inicial o final, inclusión de ciertas letras (v, h, i), etc. También puede analizarse en términos de sus características auditivas, como presencia de determinados sonidos, rima con otra palabra (*viento/momento*), acento tónico, etc. Ambos casos corresponden a un procesamiento de *nivel superficial*, de base sensorial.

Pero, una palabra, o un conjunto relacionado de ellas, puede procesarse a un *nivel profundo*, en términos semánticos. Este nivel de procesamiento semántico, en términos de significado, entraña una mayor elaboración, comportando además una retención más duradera. El nivel de procesamiento es tanto más *profundo*, amplio y rico cuanto en mayor grado atiende al significado de los estímulos o elementos informativos. Por tanto, el procesamiento semántico produce un código más elaborado, profundo y duradero.

Cuanto mayor es el nivel de profundidad del procesamiento cognitivo también más exigente resulta, en cuanto a las operaciones mentales implicadas, y requiere, en mayor grado, conocimiento previo. Por ejemplo, el procesamiento de palabras a nivel sensorial, superficial, utilizado en un análisis visual o acústico, requiere el conocimiento previo de las letras y sonidos que la componen. Pero, su procesamiento semántico, a nivel profundo, requiere más conocimiento previo, que se activa y opera en el análisis del significado de las palabras, de sus funciones y relaciones gramaticales. En el primer caso, hasta cierto punto, es posible leer, en el sentido meramente "literal" y mecánico, un fragmento de un idioma desconocido, aunque sin la más mínima compresión o atribución de significado. En el segundo caso, el procesamiento profundo, en términos de significado, implica esencialmente lectura comprensiva.

Análogamente, en el estudio de la rana o de la cianobacteria puede realizarse un procesamiento de sus características más superficiales o rasgos sensorialmente percibidos. Pero, puede realizarse un análisis de sus características funcionales, propiedades más profundas y relaciones diversas, categorizando la rana como vertebrado anfibio y la cianobacteria como organismo unicelular del reino de las moneras.

Los niveles de procesamiento no han de concebirse, sin embargo, como una dicotomía superficial/profundo o significante/significado; sino como un *continuum* con sucesivos grados de elaboración. Un estímulo o configuración de estímulos, como un enunciado verbal, una imagen, una cara humana, un cuadro, un objeto o escena del mundo real pueden procesarse de modo sucesivamente más profundo y cognitivamente más exigente, de lo que resulta la respectiva representación mental, puesto que "lo resultante en la memoria depende de cómo el elemento es procesado" (Medin y otros, 2001, 167).

Un procesamiento a nivel profundo, significativo, que implica integración organizada de lo aprendido en los contenidos de la memoria semántica, muestra una clara superioridad en comparación un procesamiento más superficial, que atienda a las someras características sensoriales, visuales o auditivas, de los estímulos, que comporta un aprendizaje más débil y perecedero. Recuérdese, por ejemplo, la ordinaria distinción entre lectura superficial o deslizante y lectura profunda o de estudio.

Una técnica muy utilizada en la investigación sobre niveles de procesamiento consiste en comprobar, en distintas condiciones experimentales, los resultados del

procesamiento de palabras. En la primera condición los participantes atienden especialmente a características visuales de las palabras: presencia de ciertas letras (q, h, rr...), número de sílabas, vocales finales, minúsculas o mayúsculas, etc. En la segunda condición experimental se induce un procesamiento de base *acústica*: acentuación, presencia de determinados sonidos, rima con otra palabra, etc. En la tercera condición se induce un procesamiento de características semánticas o significado de las palabras, como sinonimia, ajuste de una palabra en un enunciado, su pertenencia a una clase o categoría, sensación de agrado o desagrado que la palabra produce, etc. Como ejemplo de los procedimientos empleados en la investigación sobre niveles de procesamiento de estímulos verbales, con listas de palabras, puede resultar ilustrativo lo resumido en el cuadro siguiente:

Requerimiento o cuestión planteada v/f	Procesamiento	Experimento
La palabra *esplendor* tiene tres sílabas	*Nivel visual*	Condición 1
Lamento rima con *viento*	*Nivel acústico*	Condición 2
El *tiburón* es un *pez*	*Nivel semántico*	Condición 3
. . .	. . . . . .	. . .

Los resultados de una prueba posterior mostraban que el procesamiento más profundo, basado en el significado, como la pertenencia a una categoría (condición 3) superaba notablemente al procesamiento superficial, basado en los aspectos físicos-sensoriales, auditivos (condición 2) o visuales (condición 1) respecto a la retención en la memoria. (Craik y Tulving, 1975; Parkin, 1984).

La teoría de los niveles de procesamiento de la información predice, pues, que un procesamiento profundo, a nivel de significado, conduce a una retención más duradera, que un procesamiento más somero, a nivel superficial, de índole visual o auditivo. Reiteradamente ha sido comprobada la hipótesis de que el nivel de procesamiento ejerce un decisivo efecto en la memoria, habiendo de concluirse que el procesamiento y codificación a nivel profundo entraña mejor comprensión y retención, favoreciendo la recuperación (Craik y Lockhart,1986; Lockhart y Craik, 1990; Rajaram, 1993; Howard, 1995; Neisser, 1998; Brown y Craik, 2000).

El *efecto de profundidad* de procesamiento se produce, de modo general, respecto de los diversos tipos de estímulos, sean de naturaleza verbal o simbólica, sean escenas u objetos naturales o artificiales o bien se trate de caras humanas, con su típico carácter *holístico* o global en la percepción y reconocimiento. Así, los sujetos que realizaban un procesamiento superficial de caras (presentadas en fotografías) con juicios iniciales sobre tamaño de la nariz, tipo de peinado, etc. posteriormente reconocían un número de caras muy inferior a aquellos otros que habían emitido juicios sobre si la persona, a la que correspondía la cara, les parecía *honesta*, *egoísta*, etc. que implica un

procesamiento conceptual, significativo, más profundo. En este segundo caso se observó que los sujetos miraban las caras durante más tiempo y más movimientos de los ojos (Sporer, 1991). La investigación ha confirmado, pues, que también el procesamiento más profundo, significativo, de las caras humanas, con mayor *elaboración* cognitiva, entraña una mayor probabilidad de reconocimiento. (Mantyla, 1997).

El nivel de profundidad del procesamiento, que equivale a calidad, es lo que principalmente importa; no el *tiempo* de procesamiento. Un procesamiento más breve a nivel profundo, de significado, resulta más efectivo, en la comprensión y retención, que un tiempo más prolongado a un nivel sensorial, superficial. Asimismo, el nivel de procesamiento influye en la probabilidad de recuerdo más que el esfuerzo en la recuperación, tratada en el capítulo siguiente. En definitiva, el procesamiento profundo, a nivel de significado, implica mayor y mejor elaboración y el grado de elaboración predice mejor comprensión y duración.

La actividad de *repaso* desempeña una relevante función en el proceso de codificación y aprendizaje en general. En el sentido general de *volver a pasar*, ese término es de un amplio significado, aludiendo a operaciones diversas y efectos distintos, afectando tanto a la memoria a corto plazo, cuanto a memoria a largo plazo.

El denominado *repaso de* ***mantenimiento*** consiste en operaciones bastante uniformes, como la mera repetición oral o silenciosa, de forma subvocal, como sucede en el mantenimiento de los dígitos de un número telefónico que va a ser marcado; de la palabra inglesa que se va a buscar en el diccionario o del nombre del medicamento que se pretende encontrar donde se hallan los aún no caducados. En su virtud, el estímulo se *mantiene* en la memoria a corto plazo, decayendo inmediatamente después.

En cambio, el *repaso de* ***elaboración*** comporta operaciones variadas que conllevan el descubrimiento de asociaciones diversas, relaciones significativas, re-análisis de rasgos sensoriales y semánticos del estímulo con perspectivas distintas. Se recicla la información con síntesis que favorecen la comprensión, enriquecen el significado, fomentando su integración en las estructuras cognitivas ya disponibles, contribuyendo a una retención más duradera. El incremento del *tiempo* en esas operaciones del repaso elaborativo mejora la calidad de la codificación, comprensión y retención; mientras que en el *repaso de mantenimiento* contribuye en grado muy reducido. (Greene, 1987).

Asimismo, el *repaso elaborativo* produce una sensible mejora cuando es adecuadamente distribuido en el tiempo, en vez de acumularse en un corto período temporal. La distribución en el tiempo correlaciona con una retención más duradera y comporta niveles superiores de procesamiento, por las posibilidades de nuevos análisis y visiones que completan y enriquecen la elaboración precedente.

Un principio general es que a mayor elaboración mejor comprensión y retención más duradera del significado en la memoria semántica. Por ejemplo, en un

estudio experimental, los sujetos habían de decidir la pertinencia o encaje significativo de determinadas palabras en una serie de oraciones o enunciados de distinto grado de complejidad semántica y gramatical. A efectos de simplificación, en las tres condiciones experimentales se toma una misma opción {*conejo*/libro}

1	*Mercedes guisó el.............*	Elaboración simple
2	*El............... asustó a los niños*	Elaboración intermedia
3	*El enorme pájaro se lanzó en picado y capturó al huidizo............*	Elaboración más compleja

En las tres condiciones se requiere procesamiento de nivel significativo; pero, el sucesivo incremento de la complejidad comporta mayor elaboración. Pues bien, en la condición de mayor complejidad (3) en que se activan estructuras cognitivas más amplias y ricas, se producía una mejor retención. Craik y Tulving, 1975).

Una característica sustancial del procesamiento semántico, conceptual, es la prevalencia de la *comprensión* sobre la mera *literalidad*. A este respecto, resultan ilustrativos los resultados de un experimento, reiteradamente corroborados. Se presentaban oraciones o enunciados como el siguiente: *"Tres tortugas estaban sobre un tronco flotante y un pez nadaba bajo éste"*. Minutos más tarde se preguntaba a los participantes si habían leído el enunciado siguiente: *"Un pez nadaba bajo tres tortugas."* Aunque no era *literalmente* lo leído anteriormente, los sujetos contestaban afirmativamente. Esto es, la propia elaboración e inferencias basadas en el significado predominaban sobre lo estrictamente literal. Después se presentaba a los mismos sujetos el enunciado siguiente: "*Un pez nadaba al lado de tres tortugas*". En este caso los participantes negaban haber leído tal oración, pues los cambios léxico-semánticos ("*al lado de*" en lugar de "*bajo*") alteraban el significado de la oración. (Brasford, Barclays y Franks,1972).

Por consiguiente, un procesamiento profundo, con activa elaboración personal y prioridad del significado sobre la literalidad, es fundamental para un aprendizaje cualitativamente valioso y duradero. Pero, como ya se ha indicado, los diferentes niveles de procesamiento de la información se sitúan en un *continuum* que va del desde el somero análisis de las características físicas del estímulo (visuales, acústicas, etc.) hasta el procesamiento más profundo, significativamente más elaborado y rico.

8.2. El proceso de adquisición: modos y efectos en aprendizaje

Sobre la base del efecto de profundidad en el procesamiento de la información, que implica activa elaboración del significado, se analizan a continuación diversos factores que influyen en una codificación efectiva, manifestándose en los efectos de generación, organización, distinción, autorreferencia y ejecución, destacando asimismo la práctica deliberada.

El *efecto* ***generación*** o *autogeneración* tiene una considerable potencialidad en la adquisición, retención, recuperación y transferencia del conocimiento, se trate de aprendizaje lingüístico, literario, matemático o cualquier otro. Así, en una tarea como la de aprendizaje léxico, (sinónimos o antónimos) en la primera o una segunda lengua, el aprendiz genera respuestas completando fragmentos de palabras u oraciones. Por ejemplo, el *adverbio* "lento" puede presentarse íntegramente en la forma siguiente: rápido-*lento* (condición 1: lectura). Pero, puede presentarse con omisión de una parte de sus letras y en asociación a otra palabra relacionada, en la forma siguiente: rápido-le....., que el aprendiz ha de completar (condición 2: generación). Análogamente, pueden presentarse parejas de sinónimos o antónimos: *poseer-tener, comprar-vender, opaco-transparente*, etc. (condición 1: lectura) o bien únicamente la primera palabra de la pareja (poseer-........; vender-........; opaco-.......) debiendo el aprendiz generar personalmente el sinónimo o antónimo correspondiente (condición 2: generación).

En la condición de generación los resultados superan a los de la simple lectura, produciendo tasas más altas de reconocimiento y de recuerdo. La necesidad de completar la palabra o generar el sinónimo requiere procesamiento del significado en grado ligeramente mayor, infiriéndose que el efecto generación constituye una manifestación de procesamiento más elaborado y profundo (Rawinowitz y Craik, 1986; Martin y Pressley, 1991).

Con la pertinente guía docente, el aprendiz puede descubrir datos y generar conceptos en su análisis de la estructura de una estrofa de modo semejante al siguiente: 1. Visualmente percibe que está compuesta por *cuatro versos*; 2. Mediante el propio cómputo silábico verifica las *catorce sílabas* métricas de cada verso. 3. Auditivamente detecta la *misma rima* consonante. Bastará, por último, que el docente indique su denominación: *tetrástrofo monorrimo*, favoreciendo su codificación con pistas de índole léxico-semántica: tetra=4 (versos) y mono=una misma (rima). Este tipo de procesamiento en que el aprendiz genera y codifica las características distintivas de dicha estructura de la poesía culta (mester de clerecía, s. XIII y XIV) implica un grado de elaboración superior a la que se produce en situación tradicional en que el aprendiz se limita leer u oír la descripción oral de esa estructura poética. Evidentemente, este tipo de elaboración requiere evocar experiencias o conocimientos previos (acentuación, cómputo silábico, conceptos de sílaba métrica y fonética o gramatical, noción de la rima, consonante y asonante, etc.) que se relacionan con los nuevos. El efecto de generación favorece, pues, la comprensión y retención a más largo plazo.

Análogamente, los aprendices pueden descubrir o generar conocimientos en las observaciones o experimentos que realizan en el laboratorio, en el análisis y resolución de problemas de geometría, en el estudio e interpretación de mapas y en tantas otras situaciones de aprendizaje, cuando no sea predominante la estricta enseñanza dogmática expositiva del *magister dixit*.

En general, sea en el proceso de aprendizaje lingüístico, matemático, químico o de cualquier tipo, los aprendices pueden generar personalmente nociones, conceptos o proposiciones realizando inferencias o anticipando conclusiones, En tales procesos, que la docencia puede propiciar, el nivel de comprensión y retención sobrepasa los resultados alcanzados con la mera presentación oral o escrita, implicando el efecto generación un procesamiento más elaborado y profundo (Brown y Craik, 2000).

Diversos estudios cognitivos han puesto de relieve la importancia de los efectos de la *organización* y la *distinción* en los procesos de aprendizaje. El procesamiento elaborativo implica operaciones de índole *relacional* en que se analizan y descubren tanto semejanzas cuanto diferencias entre los elementos informativos entrantes y de estos con las representaciones ya disponibles en la memoria.

El *efecto* ***organización***, con una destacada influencia en la codificación y aprendizaje, concierne a la agrupación mental de elementos en unidades más amplias, basada generalmente en relaciones de significado. Al detectarse afinidades, semejanzas o identidades entre funciones y rasgos o propiedades sensoriales y semánticas de los estímulos entrantes y respecto de las representaciones disponibles en la memoria semántica, se elaboran agrupamientos, clases o categorías, incluyendo a cada objeto en la correspondiente categoría, supracategoría o subcategoría: golondrina, pájaro, ave, animal. Por tanto, la comprensión y duración de la retención mejora cuando la codificación se organiza en una buena estructura de representaciones mentales, que la acción docente puede eficazmente favorecer.

Experimentalmente se ha comprobado que la presentación de nombres en forma aleatoria (melocotón, helicóptero, alicates, pera, coche, martillo) era objeto de una reelaboración organizada, por parte del sujeto, según la pertenencia a las correspondientes categorías de *frutas*, (melocotón, pera) *herramientas* (alicates, martillo) o *vehículos* (helicóptero, coche). Asimismo, cuando se indicaban previamente los géneros o categorías en que las palabras de una larga lista podrían clasificarse (*frutas, herramientas, vehículos, canciones)*; entonces se duplicaba el número de las palabras retenidas, actuando los géneros o categorías como claves o pistas de recuperación. Si los sujetos recordaban un elemento de una categoría, entonces recordaban la mayoría o totalidad de los pertenecientes a la misma; ocurriendo también que fuesen olvidados en su totalidad los pertenecientes a determinada categoría. (Halpern, 1986).

Las personas tienden a agrupar los elementos, organizándolos en categorías, sean explícitamente indicadas o sean advertidas por el sujeto mismo. En ciertos casos la organización puede basarse incluso en clases o categorías subjetivas, establecidas *ad hoc* por el sujeto, en función de sus propias experiencias, que le resultan útiles en la codificación.

Esto es, descubrir relaciones, detectando semejanzas y diferencias conduce a formas de organización cognitiva con un vigoroso efecto en los procesos de

adquisición del conocimiento y su recuperación. Como destaca el profesor Pozo: "Una forma de facilitar ese aprendizaje y su recuperación es por tanto presentar los materiales explícitamente organizados en función de las estructuras de conocimiento disponibles por los aprendices. De hecho, la mejor estrategia que maestros y aprendices pueden utilizar para incrementar la recuperación es sin duda organizar mejor los materiales de aprendizaje. (Pozo, 2003, p. 194).

En definitiva, las investigaciones realizadas han demostrado reiteradamente y de forma clara que una bien estructurada organización mental es un factor de notable relevancia en la mejora el rendimiento de la memoria humana y el aprendizaje en general.

Asimismo, el procesamiento concerniente a la **distinción** o "distintividad" de las características diferenciales, específicas, propias del estímulo o configuración estimular, surte un notorio efecto en la adquisición del conocimiento. Son decisivas las operaciones por las que se descubre lo distintivo del estímulo, analizando en qué y por qué unos difieren de otros, aunque, en principio, pudieran parecer idénticos o similares. En una codificación efectiva tienen una clara influencia las operaciones por las que se detectan los rasgos diferenciales, se descubren las desemejanzas y destacan los elementos distintivos que caracterizan a las unidades informativas. Es particularmente importante que el aprendiz detecte rasgos, propiedades y funciones diferenciales de los estímulos, distinguiendo unos de otros, sin confundirlos. Por ejemplo, el recuerdo de determinado nombre se favorece encontrando algo que resalte como distintivo del mismo, diferenciándolo de otros recientemente aprendidos. En la medida en que una representación mental es claramente diferenciada o altamente distintiva, destacando como tal en la memoria, tanto más fácil resulta discriminarla e identificarla en el momento de su recuperación y utilización (Mantyla, 1986).

La diferenciación o *distinción* depende de la naturaleza del estímulo, contexto, asociaciones establecidas y conocimiento previo o esquemas mentales disponibles. Es fácil distinguir la pintura de un bodegón, un paisaje o una marina. Pero, es más difícil distinguir un billete de 10 € de otro de 5 € ya que responden al mismo esquema. Más adelante se analiza la naturaleza y función de los esquemas cognitivos, en la adquisición, comprensión, recuperación y utilización del conocimiento.

En resumen, tanto la *organización*, como bien estructurada codificación de las similitudes o semejanzas, cuanto la *distinción*, cuan codificación de las diferencias entre los estímulos y su propia especificidad, son de una notoria relevancia en la efectiva adquisición del conocimiento.

El *efecto* ***autoreferencia*** se produce cuando el aprendiz relaciona consigo mismo el contenido de la información. Deriva de las intensas relaciones establecidas entre los nuevos elementos informativos y representaciones vinculadas al propio yo, bien arraigadas en el sujeto (Bellezza, 1986).

El efecto de autoreferencia se comprueba, por ejemplo, en experimentos o situaciones en que los sujetos tienen que juzgar si ciertas expresiones, palabras y objetos les resultan agradables o desagradables (Hyde y Jenkins, 1969).

Ante el adjetivo *sincero* el sujeto evocará su concepto de sinceridad (memoria semántica), el comportamiento de otras personas al respecto y las situaciones en que él mismo actuó o no de tal modo (*memoria episódica*). Por tanto, al procesar términos como generoso, solidario, honrado, etc. se produce un procesamiento auto-referente

Son frecuentes las situaciones educativas en que el aprendiz relaciona los contenidos consigo mismo, como acontece en la clase de ciencias, al estudiar la fisiología humana, particularmente al tratar la nutrición, el aparato digestivo o el reproductor. Ocurre análogamente en el estudio de la geografía o historia local, así como en la clase de filosofía al analizar los tipos y rasgos de la personalidad, etc. En general, cada área de conocimiento contiene posibilidades de este tipo, que resultan efectivas en la motivación y aprendizaje. El efecto de auto-referencia resulta de un procesamiento a nivel más profundo al relacionarse los contenidos de aprendizaje con los intereses, experiencias personales y vivencias de aprendiz. (Matlin, 2002).

La investigación ha puesto de relieve repetidamente el efecto de auto-referencia en niños, jóvenes y adultos. Un meta-análisis que sintetizaba los resultados de más de 100 trabajos confirmó que el efecto auto-referencia mejoraba significativamente la adquisición y el recuerdo, en grado superior a cualquiera de los factores mencionados (Symons y Johnson, 1997). Una variedad del efecto de autoreferencia consiste en que el aprendiz se imagine, a si mismo, utilizando objetos o participando en acciones asociadas a contenidos del aprendizaje. (Foley y otros, 1999).

El efecto ejecución ocurre cuando la información verbal se vincula a la ejecución de determinadas acciones congruentes con el contenido, en cuya virtud resulta favorecida la codificación, así como el reconocimiento y recuerdo (Engelkamp, 1998).

Un experimento constaba de dos condiciones. En la condición 1 (lectura) los sujetos leían determinadas órdenes como *coge el bolígrafo azul*, *señala el libro de cuentos, recoge el coche de juguete*, etc. En la condición 2 (ejecución) los sujetos ejecutaban esas mismas acciones, mostrando esta segunda condición una significativa superioridad sobre la primera. El procesamiento verbal resultaba enriquecido con el motórico, suponiendo la ejecución una mayor implicación del sujeto en la elaboración del significado de las frases. (Nilsson, 2000).

El *efecto ejecución* se ha utilizado con éxito en distintos tipos de aprendizaje, como en el aprendizaje de idiomas extranjeros. Por ejemplo, en el aprendizaje de verbos ingleses concretos, como *to write, to drink, to smile, to chew, to run,* etc. el aprendiz percibe primero y ejecuta después los movimientos o gestos correspondientes acciones de *escribir, beber, sonreír, masticar, correr*, etc., resultando mejorado tanto el reconocimiento como el recuerdo. El mecanismo subyacente al efecto de ejecución es una mayor elaboración al agregarse la imagen visual y motórica a la percepción verbal.

Por último, el destacado efecto de la **práctica** concierne a la índole o calidad de la misma, como práctica deliberada; al tiempo total de práctica y a su distribución en el tiempo. Frente a su acumulación en un reducido período temporal, la distribución de la misma a lo largo de intervalos prolongados ejerce un decisivo efecto en el aprendizaje. Los resultados experimentales han evidenciado que estas variables de la práctica tienen un efecto de notoria potencia en las distintas áreas de conocimiento, edades y condiciones de estudio.

En general, los favorables efectos en la adquisición del conocimiento anteriormente descritos se deben, en gran medida, a una mayor implicación del aprendiz en la elaboración, con un nivel de procesamiento más profundo. Más que del valor de cada uno, su efectividad depende de la confluencia de varios, según la situación, tipo de tarea, naturaleza del estímulo o índole de la información.

8.3. Procesamiento de información compleja y comprensión

Más allá de la codificación de estímulos o unidades informativas simples, es importante considerar la convergencia de factores y procesos involucrados en la adquisición de información compleja y la comprensión, en lo que son cruciales las expectativas, experiencias y previo conocimiento factual, conceptual y esquemático, que subyacen a intrincados procesos cognitivos y metacognitivos.

No siempre es necesario intentar que algo sea recordado para recordarlo bien. Cuando alguien va a un restaurante; acude a una sala de cine o lee el periódico, codifica distintos aspectos, comprendiendo hechos y situaciones sin que su intención sea recordar. Por tanto, se ha señalado que el recuerdo de tales experiencias cognitivas puede considerarse como un "subproducto" de la comprensión (Medin, Roos y Marman, 2001, p. 250).

Aunque aparentemente sencilla y natural, la comprensión, a la que es inherente un procesamiento activo y profundo, entraña una gran complejidad, como se pone de manifiesto en el sencillo análisis concerniente a la lectura de un texto breve, en la que están involucradas experiencias y conocimiento previo de hechos y conceptos, significado y funciones de las palabras, habilidades o destrezas lectoras, expectativas del lector e inferencias que realiza, con complejos procesos cognitivos y metacognitivos.

María caminaba pausadamente con su pequeña carga. Pipo se acercó rápidamente, apoyando sus patas delanteras en las rodillas de María. Ella se sorprendió al principio; pero, enseguida se dio cuenta de que el animal llegaba atraído por ciertos olores. Acariciando su cabeza, introdujo entre sus caninos un trozo de pan aún caliente. Emitiendo suaves ladridos y moviendo alegremente la cola, el pequeño foxterrier acompaño a María en su vuelta a casa. El bueno de Federico aún no había regresado de su prolongado viaje.

En la comprensión de este breve texto, el lector tiene que recuperar o activar un amplio conjunto de experiencias y conocimientos, resultantes principalmente del aprendizaje implícito, como los concernientes a las características de esa categoría de animales (buen olfato, comen pan, fuertes caninos, ladran, cuatro patas, pueden erguirse apoyando las delanteras, cola, etc.); sus relaciones con las personas, habitual carencia de peligrosidad, aunque en ciertas ocasiones pueden morder; etc.; el conocimiento o suposición de razas o distintos tipos con denominaciones especiales. También el lector ha de saber que cotidianamente hay que desplazarse para adquirir alimentos y que el pan recién hecho está caliente y produce un olor peculiar. Asimismo realiza ciertas inferencias. Adviértase que en el texto no figuran las palabras perro, ni compra. Tampoco que María es una persona mayor, a quien el estado de sus articulaciones impide una marcha rápida y transporte de un peso excesivo. Si el lector nunca hubiese visto un perro, ignorase la necesidad la compra periódica de alimentos y las limitaciones de una persona mayor, no le sería posible comprender ese texto. Tampoco si careciese de la capacidad de realizar inferencias.

Comprende el texto en la medida en que constata las relaciones entre los elementos informativos que lo componen y su coherente ajuste, de modo que la información tenga sentido. La presencia de la última oración puede inducirle a pensar que no comprende el texto en su totalidad; no porque en si misma se incomprensible, sino porque parece no tener buen ajuste y sentido en el conjunto del texto. El problema desaparece si el lector sabe que Federico es el esposo de María, permitiéndole integrar dicha oración en la comprensión del texto en su totalidad.

Por tanto, comprender no se reduce simplemente a la decodificación y pasiva asimilación de cada elemento informativo; sino que requiere la activación o recuperación del apropiado conocimiento disponible, construyendo activamente una representación significativa única.

A medida que se lee el texto, en busca del sentido, se realizan análisis semánticos de palabras y frases, relacionando la información entrante con lo que ya se sabe, generándose suposiciones o hipótesis que se van verificando a medida que se progresa en la lectura, conducentes a la comprensión del significado y elaboración de nuevas representaciones mentales. (García Madruga y otros, 1999).

En ese proceso elaborativo intervienen, pues, las entradas informativas y el conocimiento precedente activado. Las representaciones factuales, conceptuales y esquemáticas disponibles constituyen el marco en la selección de aspectos y características del estímulo, la interpretación y extracción del significado. La construcción del significado y la comprensión deviene, pues, de lo que aporta la información entrante y de lo que aporta el sujeto cognoscente, incluyendo sus expectativas, experiencias, conocimientos, habilidades, estrategias cognitivas e inferencias que realiza.

En la comprensión se produce un procesamiento dual en que operan tanto los elementos informativos entrantes (procesamiento guiado por los datos: de abajo-

arriba) cuanto los saberes y expectativas del aprendiz (procesamiento guiado por conceptos: de arriba-abajo).

A mayor abundamiento, como dicen los juristas, resultará ilustrativo un modelo de experimento que se ha llevado a cabo en condiciones y circunstancias variadas. Es bien conocida la notable influencia del nivel de capacidad lectora en la comprensión de la información. En este experimento se pretendía comparar la influencia el nivel de lectura con el previo conocimiento específico. Conforme a las variables analizadas —capacidad lectora y conocimiento previo— el diseño experimental incluía cuatro grupos de estudiantes de educación secundaria, según el cuadro siguiente:

Buen conocimiento del tema / buenos lectores.	Buen conocimiento del tema / lectores deficientes.
Poco conocimiento del tema / buenos lectores.	Poco conocimiento del tema / lectores deficientes.

El texto compuesto por más de seiscientas palabras se refería a relativamente complicadas jugadas de béisbol. Los resultados de la evaluación mostraron que lectores deficientes, pero con buen conocimiento del béisbol, casi igualaban a los buenos lectores que también disponían de un buen conocimiento de este deporte. Además, superaban significativamente, en todas las medidas utilizadas, a aquellos que poseían un buen nivel de lectura, pero sabían poco de este deporte. Por supuesto, los lectores deficientes y con escaso conocimiento del asunto obtuvieron los peores resultados en cuanto a comprensión y retención. (Spilich y otros, 1979; Recht y Leslie, 1988).

Estos hallazgos han sido encontrados en numerosas investigaciones realizadas en diversas áreas o dominios de conocimiento, demostrando la decisiva influencia del conocimiento previo específico en el aprendizaje, tal que cuanto mayor es el conocimiento específico de los aprendices con mayor facilidad comprenden y adquieren conocimientos nuevos de respectivo dominio o área. Por tanto, la comprensión depende fundamentalmente de lo que ya se sabe.

A *sensu contrario*, la pretensión de que el aprendiz adquiera nuevos conocimientos, cuando carece de los anclajes requeridos, comporta una tarea ardua y escasamente efectiva, generando actitudes negativas, que afectan a la motivación y aprendizaje posterior (Pressley, Borkowski y Schneider, 1987; Novac, 1998, Ausubel, 2002).

Las propias experiencias o conocimiento previo permiten realizar ***inferencias***, decisivas para la comprensión de información compleja. Por ejemplo, si a través de los cristales de la ventana se observa a una persona mayor, en el portal de su casa, abriendo un paraguas negro, se infiere que a comenzado a llover, que esa persona va a salir a la calle, que no desea mojarse, ni por su edad es conveniente que le ocurra. Tales inferencias requieren algún conocimiento sobre la salud, los efectos de la

lluvia y la función del paraguas, difícilmente posible para quien hubiese vivido siempre en la selva.

Más allá de la configuración de estímulos, escenas o textos, en la búsqueda del significado y propósito de comprensión el sujeto elabora hipótesis plausibles y realiza *inferencias* diversas, en virtud de las propias expectativas y conocimiento de las regularidades reiteradamente percibidas en el mundo real. Por ejemplo, se comprende fácilmente el improperio "tiene el cerebro de una mosca", en virtud del previo conocimiento general de los animales y el específico de esos insectos, aunque nunca se haya aprendido explícitamente que las moscas tienen cerebro. Como procesador activo de la información, en el proceso de codificación el aprendiz incorpora *inferencias*, de base inductiva, deductiva o analógica, que le resultan plausibles. En este sentido cabe decir que puede saber más de lo directamente presentado o enseñado. Sin embargo, también cabe advertir que, a veces, los resultados de tales *inferencias* pueden generar errores o distorsiones, afectando a la fidelidad del recuerdo.

Han sido de gran valor las aportaciones de los estudios sobre diferencias entre noveles y expertos en un área o dominio específico, en lo concerniente a la adquisición de información compleja y su utilización en la solución de problemas. El procesamiento de la información compleja se manifiesta de modo especial en la pericia de los ***expertos*** en el ámbito de un dominio o área específica. Sus actuaciones superan notablemente los niveles ordinarios, en las complejas actividades que realizan cuando juegan una partida de ajedrez simultáneamente con varios oponentes; cuando realizan rápidamente increíbles cálculos aritméticos, sin anotación alguna; cuando resuelven complejos problemas de física, sin aparentemente grandes esfuerzos o cuando logran varios triples en un partido de baloncesto. La pericia específica puede lograrse, pues, en el ajedrez, el cálculo aritmético, la física, la literatura, la jardinería, el baloncesto, etc. Del análisis de las características de esos procesos y realizaciones pueden obtenerse ciertas inferencias susceptibles de aplicación al aprendizaje ordinario.

Es creencia común que el logro de esos fascinantes niveles se debe a un talento fuera de lo normal, una prodigiosa memoria y una excepcional capacidad de razonamiento. Sin embargo, aunque tan destacados expertos posean un buen nivel en esas capacidades, no constituyen el factor único; siendo crucial la forma en que estructuran u organizan mentalmente el amplio conocimiento acumulado y el modo en que lo utilizan, en lo que influye decisivamente su prolongada experiencia, como práctica deliberada.

La pericia, en el ámbito de un dominio específico, como los mencionados, indica las disposición de unas estructuras cognitivas a las que se vincula la nueva información entrante, permitiendo el logro de un más profundo nivel de procesamiento, comprensión y utilización del conocimiento. Por ejemplo, es ilustrativo el estudio en que se comparaba a jugadores de *ajedrez* expertos con principiantes, concretamente la capacidad de retención de posiciones de las figuras en el tablero tras

muy breves presentaciones (5 sgs). Los resultados mostraron que los primeros superaban ampliamente a los segundos, siempre que las posiciones de las figuras correspondiesen a esquemas de jugadas "reglamentarias". Sin embargo, cuando las figuras estaban situadas aleatoriamente en el tablero, carentes de una configuración significativa probable; entonces las diferencias entre unos y otros eran insignificantes o nulas. (Chase y Simon, 1973; Gobet y Simon, 1996; Kimbal y Holyoak, 2000).

Como ya es sabido, la capacidad de la *memoria operativa*, a corto plazo, está limitada a unas pocas unidades, piezas o agrupamientos, 4/5, sin que sea mayor en los ajedrecistas expertos. Sin embargo, eran más amplias las unidades o piezas, construidas mentalmente por los expertos mediante agrupaciones (chunks) con arreglo a posiciones propias de jugadas conocidas, con significado para ellos, en lo que ya superaban a los novatos. En virtud de estos patrones mentales o configuraciones de posiciones de las figuras correspondientes a jugadas reiteradamente practicadas, lograban un óptimo aprovechamiento de la memoria operativa a corto plazo. Esto es, los expertos en ajedrez, como en cálculo aritmético o física no tienen memorias inusuales; pero, mediante la práctica deliberada, han aprendido cómo superar las limitaciones de la *memoria operativa*, a corto plazo, con una óptima utilización que les permite un mejor procesamiento de la información en las operaciones que realizan.

Asimismo, en virtud de una adecuada organización o estructura de su conocimiento específico, disponible en la *memoria permanente*, son capaces de acceder al mismo de modo más rápido y fiable, activándolo y relacionando con las nuevas entradas informativas. Por consiguiente, esa buena combinación entre la memoria corto y la memoria largo plazo, facilita la complejidad de la búsqueda, reconociendo amplias configuraciones con notable rapidez y manipulación más eficiente de la información en la solución de problemas específicos. A ello se agrega la automatización de determinadas operaciones en el procesamiento de la información o tareas cognitivas.

Un campo, también de base perceptiva, análoga al caso de los ajedrecistas, fue el análisis de las diferencias entre expertos y novatos en el uso de los rayos X para el diagnóstico médico. Los radiólogos *expertos* eran más hábiles que los estudiantes en prácticas en cuanto a la rápida detección de patrones en la placa, utilizando una rica y significativa representación de la anatomía, que incluía una imagen mental de la tercera dimensión (Schiyns, Goldstone y Thibaut, 1998).

Desatendiendo la información irrelevante, los radiólogos expertos enfocaban directamente los aspectos relevantes de objeto o escena, en virtud de su capacidad desarrollada para reconocer rápidamente significativos patrones perceptivos, asociados a ciertas hipótesis diagnósticas. La pericia radiológica comporta, pues, el desarrollo de significativos esquemas o patrones utilizados en la búsqueda y razonamientos correspondientes. A medida que los médicos residentes en prácticas adquirían experiencia, generaban y utilizaban esos esquemas, realizando análisis radiológicos progresivamente más rápidos y precisos.

Otras investigaciones han comparado a especialistas o expertos en *física* con novatos, inexpertos en esa área, analizado los rasgos de su conocimiento específico y uso del mismo en la comprensión y resolución de problemas.

Por su propia naturaleza, en todo *problema* se dispone de una información incompleta (estado inicial), requiriendo completarla con información relevante para alcanzar su solución (estado final). Por ejemplo, se trate del problema consistente en elegir el mejor itinerario para un viaje o de calcular su duración, en ambos casos se necesita incrementar y completar la información de que se carece. En el primero caso puede obtenerse con la consulta de un mapa, interpretándolo adecuadamente. En el segundo, concerniente a la duración del viaje, podrá utilizarse la sencilla ecuación ($e=t \cdot v$) disponible en la memoria semántica y los bien aprendidos algoritmos o reglas de las operaciones matemáticas. Por tanto, la solución de un problema requiere completar la información; pues, si la contuviese toda no constituiría un problema.

En síntesis, la solución del problema requiere su comprensión, interpretando su enunciado, identificando su estructura y tipo de problema, recuperando el conocimiento conceptual o esquemático relevante disponible y empleo del conocimiento procedimental pertinente.

Los especialistas o expertos en física, como en otros dominios, son capaces de resolver complejos problemas con relativa facilidad y rapidez, en comparación con los novatos. Como ya se ha señalado, los expertos se distinguen no sólo por la cantidad de conocimiento; sino también de la índole cualitativa del mismo, en cuanto a su organización en amplias unidades conceptuales y esquemáticas, que les permite una más eficiente y rápida recuperación de su memoria semántica y manipulación más efectiva en la memoria operativa. Un problema específico encuentra cobertura en su amplio y bien estructurado dominio de conocimiento, a nivel profundo, como los principios o leyes de la mecánica, el electromagnetismo, etc.

En primer lugar, el *experto* se *detiene* en el análisis de las características del problema, para la comprensión del mismo, identificación y vinculación a los principios científicos subyacentes, pudiendo diseñar un *diagrama* cualitativo, que opera en la búsqueda de una vía de solución plausible, en función de la cual emplea las estrategias, escribe las ecuaciones y aplica los bien aprendidos procedimientos o algoritmos correspondientes. En su abundante y variada experiencia los expertos han generado amplias estructuras cognitivas genéricas o esquemas mentales, asociados a los procedimientos pertinentes, que operan en la comprensión, representación mental, identificación y categorización del tipo de problema y guían la búsqueda de la solución e inmediato acceso a las ecuaciones relevantes para la resolución (Kimbal y Holyoak, 2000).

Los expertos difieren de quienes no lo son por la su red de conocimiento específico y amplias estructuras cognitivas, jerárquicamente organizadas y amplia-

mente interconectadas, que han ido generando a lo largo de la práctica deliberada en el área específica en cuya representación tienen una función decisiva los *esquemas* mentales, como amplias unidades significativas.

Los novatos o principiantes, en cambio, por su insuficiente o débil estructuración del conocimiento específico, tienen dificultades en averiguar los principios relevantes que subyacen al problema, para su comprensión, categorización y búsqueda de la resolución correcta entre las varias posibilidades. Propenden a atender a elementos más superficiales como expresiones verbales, objetos a que se refiere el enunciado, dibujos adjuntos de objetos (planos inclinados, muelles, etc.) considerándolos indebidamente como los indicios más relevantes. Tampoco superan con facilidad las limitaciones de la memoria operativa, a corto plazo, para el mantenimiento activo de los datos, aunque pueden servirse de recursos gráficos de carácter instrumental.

En resumen, los expertos en un dominio disponen de una bien organizada red de significativas y ricas unidades perceptivas y conceptuales, que les permite acceder más fácilmente al conocimiento relevante para la solución de complejas situaciones o problemas, superando la complejidad de la búsqueda. A través de su prolongada experiencia, basada en una práctica deliberada, han generado *esquemas*, como estructuras cognitivas correspondientes a categorías o tipos de problemas, asociados a procedimientos, que conllevan estrategias estándar de resolución de los casos de ese tipo, cuan ejemplificaciones del esquema.

También poseen mayor conciencia, metacognición o metaconocimiento de los propios procesos cognitivos, que son capaces de controlar y regular, empleando estrategias efectivas. Por tanto, la pericia en un dominio específico integra conocimiento conceptual, esquemático, procedimental y metacognitivo.

8.4. Los esquemas mentales en el conocimiento y la acción

La *teoría del esquema* ha puesto de relieve la importante función de estas estructuras mentales en el procesamiento complejo, la comprensión y la acción. El esquema es una profunda y amplia estructura mental de carácter genérico concerniente a tipos de situaciones, hechos o fenómenos complejos, incluyendo la forma de sus relaciones internas. Los *esquemas* constituyen amplias unidades cognitivas que subsumen conjuntos relacionados de conceptos concernientes a situaciones, escenas, sucesos o fenómenos complejos, como "una tendencia organizativa destilada de experiencias pasadas con objetos y acontecimientos." (Matlin, 2002, p. 265).

El esquema cognitivo es una *estructura general* de conocimiento. Es una unidad *estructurada*, en tanto que representación mental organizada de un conjunto de conceptos integrados. Es c*onocimiento de tipo general*, en tanto que contenido genérico acerca de *tipos* de situaciones, fenómenos complejos o aconteceres diversos. Por

tanto, los esquemas cognitivos constituyen configuraciones o formas mentales muy amplias y generales que intervienen en la interpretación de la experiencia y la comprensión. No se trata, pues, de conocimiento o información particular sobre determinados hechos o situaciones singulares. El esquema es una estructura representativa de relaciones integradas de conceptos y acciones ordenadas; por lo que se considera que "un esquema es una estructura cognitiva que organiza conceptos relacionados e integra acontecimientos pasados" (Kellogg, 2003, p. 211).

Con antecedentes en Kant, la indagación sobre los esquemas cognitivos se desarrolla en Europa, a partir de finales del primer tercio del siglo XX, con las sistemáticas investigaciones del suizo Jean Piaget sobre la génesis y desarrollo de los esquemas en el niño y los estudios del británico Sir Frederic Barlett (1930) sobre comprensión por el adulto de información compleja, resaltando la utilización de *esquemas* mentales en las operaciones reconstructivas inherentes a la memoria humana. Rescatados a mediados de siglo los hallazgos de los estudios de Bartlett, realizados más de veinte años antes, se han multiplicado los análisis sistemáticos sobre génesis e intervención de los esquemas en los diferentes procesos cognitivos.

Los esquemas comienzan a formarse en los niños, desde muy pronto, y se van desarrollando mediante aprendizaje implícito como resultado de la propia experiencia ordinaria y de las actividades sistemáticas de aprendizaje intencional. Nuevas experiencias y conocimientos modifican progresivamente los esquemas cognitivos previos.

Los esquemas cognitivos operan en la orientación de la *atención*, en los procesos constructivos inherentes a la *percepción* y en los procesos de codificación y de recuperación del conocimiento, interviniendo, pues, en la comprensión, construcción de significados y pensamiento en general. El conocimiento esquemático es automáticamente evocado, operando en el reconocimiento e identificación de situaciones y fenómenos complejos, relaciones entre sus elementos, realización de inferencias y atribución de significado. Es decir, "el esquema es una estructura general de conocimiento utilizado en la comprensión" (Medin, Roos y Markman, 2001, p. 254).

El esquema, como marco mental hipotético, sirve de andamiaje en la organización de la experiencia y adquisición del conocimiento, con especial relevancia en procesamiento de arriba-abajo guiado.

El análisis y desarrollo teórico de la función de los esquemas en la adquisición, representación de conocimientos complejos y su utilización en la cognición y la acción humana ha delineado dos grandes modalidades, aunque con una base común. Una modalidad es el cuadro o *marco* (*frame*), que concierne al conocimiento declarativo, semántico y episódico. Otra es el denominado *guión* (*script*) referido al conocimiento procedimental, concerniente a la acción.

El **marco** o *cuadro* constituye la representación mental genérica concerniente a situaciones, escenas, estructuras físicas, conjuntos articulados o fenómenos complejos,

incluyendo la noción de armazón o esqueleto. Consiste esencialmente en una amplia estructura cognitiva que integra conceptos y el modo en que se relacionan.

Esta noción de esquema ya fue utilizada por el neurólogo Head para denotar el conocimiento y dominio del *esquema corporal*, usado actualmente en el ámbito de la educación infantil o preescolar. Minsky (1977) consolidó el concepto de esquema en su análisis de la percepción de la escena visual compleja. Como las estructuras cognitivas generadas por la percepción, los marcos o cuadros equivalen a mapas mentales que operan en el reconocimiento, comprensión y recuerdo.

Un ejemplo es el esquema mental de *biblioteca*, que no equivale simplemente a un conjunto más o menos numeroso de libros, sino que representa una serie de hechos y conceptos relacionados incluyendo estanterías, mesas, asientos, libros, catálogo, ordenación, silencio, lectura, estudio, aprendizaje, etc. en una estructura congruente con la función y actividades que en la misma se realizan. Tal esquema determina expectativas, lo que se espera encontrar y hacer en una biblioteca y lo que no es posible encontrar o hacer en la misma, como comprar libros o bailar. El esquema cognitivo de *biblioteca* vale para la biblioteca universitaria, la biblioteca municipal más próxima o una biblioteca particular; pero, no para librería, cuyos elementos, organización y función está ordenada simplemente a la compra de libros.

El marco o cuadro, como estructura cognitiva de naturaleza genérica o abstracta, opera en innumerables situaciones específicas ajustadas al mismo, implicando expectativas, inferencias y predicciones, con elaboración adicional de información en la comprensión Esas estructuras cognitivas de gran amplitud y variedad, se manifiestan como esquemas mentales de biblioteca, oficina, restaurante, librería, baloncesto, cuenca fluvial o sistema de ecuaciones. Enmarcados en el ámbito del conocimiento previo, constituyen amplias estructuras de conocimiento genérico con funciones decisivas en la cognición, operando como esquemas geográficos, matemáticos, biológicos, jurídicos o de comportamiento humano.

Un esquema cognitivo implica huecos, variables o ranuras que se rellenan con los valores o elementos específicos de la situación, escena, suceso o fenómeno complejo, que de este modo se ejemplifica o concreta. Por ejemplo, el *esquema* de compra tiene una estructura genérica, que consta necesariamente de huecos o variables correspondientes a *vendedor* y *comprador*, incluyendo la estructura de relaciones reciprocas, tal que no hay vendedor sin comprador, ni viceversa, así como las correspondientes a objeto que se transmite y contrapartida de dinero, según su naturaleza de intercambio de la propiedad de cosa y del dinero. Ello significa que el comprador se convierte en titular del derecho de propiedad de la cosa y el vendedor en tenedor de determinada liquidez dineraria; dando lugar a una nueva situación, aunque sin constituir, en sentido estricto, un incremento del patrimonio, que cada uno ya tenía previamente. Un esquema de este tipo, de índole genérica, subyace a

cada operación mercantil de compraventa en que los huecos se rellenan con distintos valores de información particularizada en que se concreta el esquema.

El esquema es, pues, una estructura cognitiva genérica que contiene determinadas espacios, variables o *huecos* rellenados o especificados en la compra de una vivienda, acciones de una sociedad, un automóvil o un libro. Al rellenar esos *huecos* especificando la persona, física o jurídica, que vende, la que compra, el objeto de la compraventa, etc. el esquema es ejemplificado, en cuya virtud el hecho se identifica y comprende.

Si la variable o hueco correspondiente al precio se sustituyese por una cosa, significaría que se trata de un trueque o la permuta de objetos o bienes tangibles lo que indica la flexibilidad del esquema. El esquema de donación, otra forma de adquisición de la propiedad, carece de la variable o hueco correspondiente al precio o cantidad de dinero. Por consiguiente, el esquema de transmisión en general representa un conjunto de conceptos y hechos estrechamente relacionados que, por otra parte, constituye un amplio capítulo del derecho civil.

Sobre la base del esquema se comprende el significado auténtico de la expresión "Juan vendió el caballo", a la que subyace dicho esquema mental, con todas las relaciones antes mencionadas, suponiéndose un comprador que ha pagado un precio, aunque no se explicite.

Si se observa que una persona entra en una librería y sale con un libro en la mano se infiere que lo ha comprado, conforme al *esquema* de compra-venta mencionado. Pero, si saliese corriendo podría suponerse que la acción corresponde al *esquema* de hurto o robo; aunque tal inferencia podría generar un error, puesto que podía correr con el propósito de tomar el autobús.

Los esquemas, sean de compraventa, donación o hurto, sean esquemas de ave, de clase-aula, o de ecuación, son decisivos en la comprensión de información compleja. El previo conocimiento conceptual y esquemático disponible en la memoria semántica, está en la base de la adquisición del conocimiento, comprensión, solución de problemas y aprendizaje en general.

En la comprensión y resolución de un sistema de ecuaciones, operan conocimiento conceptual algebraico, esquema de resolución de problemas algebraicos y esquema de ecuación (conocimiento esquemático) posibilitando la comprensión lo que es un sistema de dos ecuaciones con dos incógnitas y subsiguientemente empleo consciente de uno de los métodos de sustitución, reducción o igualación para su resolución, lo cual, a su vez, corresponde ya a una esquema de acción (*script* o *guión*).

Los esquemas tienen distintos niveles de abstracción, como el esquema de compraventa en general respecto de los más específicos de compra de inmuebles, acciones mercantiles, ovejas o zapatos. El esquema cognitivo es esencialmente el mismo, aunque cambien los *valores* de sus *huecos.*

Esquema de compraventa de vivienda y *ejemplificación del esquema*		
Estructura básica	Valores	Huecos rellenados
Comprador	individuo, empresa, sociedad	Juan, Ana y Juan, CAS,SA.
Vendedor	dueño	Andrés, Construcciones, S.L.
Objeto	apartamento, piso, chalet	apartamento
Tamaño	40, 80, 120,… m^2	80^2
Coste	cantidad de miles de €	200.000 €
Forma de pago	contado, aplazado	letras semestrales

La ausencia u omisión de algún elemento informativo respecto de los *valores* de determinados *huecos* o variables se rellena con ciertas suposiciones denominadas valores *por defecto*. En la expresión "Ana y Juan compraron un apartamento" se suponen, como *valores* por defecto, que pagaron cierta cantidad de €, firmaron una contrato, recibieron las llaves, etc., inherentes al esquema de compraventa. En función de las relaciones entre conceptos y hechos, las variables o *huecos* de un esquema y sus *valores* por defecto entrañan restricciones. En el ejemplo precedente, no es admisible que el hueco del vendedor se rellene con "perro" o que el hueco de tamaño se rellene con "1 km^2".

Al igual que en el derecho civil o mercantil, existen esquemas en matemáticas, química o geografía, como el esquema mental archipiélago o cuenca hidrográfica. El esquema de río, como estructura cognitiva, implica los conceptos de nacimiento, cuenca, régimen, caudal en la desembocadura, aprovechamiento agrícola o industrial, etc. con estrechas relaciones entre hechos y entre los conceptos, pues es esencial al esquema que unos y otros se traten como intensamente relacionados.

Esquema de río	*Ejemplificación* del esquema: *Tajo*
Lugar de nacimiento	Fuente García
Cuenca fluvial	Delimitada por Cordillera Central y Montes de Toledo
Aportes principales	Jarama, Alberche
Régimen	Pluvial, regular
Longitud del curso	1.000 Km.
Caudal en la desembocadura	500 m^3 /s
Vertiente	Atlántico
Desembocadura	Lisboa

Los esquemas cognitivos, de índole general, formados a través de las experiencias cotidianas y las de aprendizaje intencional, operan luego en la comprensión de situaciones específicas o fenómenos complejos. Por tanto "estas representaciones mentales constituyen no sólo contenidos sino también instrumentos de los procesos cognitivos" Caballini, 1993a, p. 72).

Los esquemas generan *expectativas* sobre lo que será probablemente cierto o se espera que ocurra, advierten de algo inusual, contribuyendo a la comprensión de situaciones y fenómenos complejos. En una situación de aprendizaje incidental, se comprobó que, tras permanecer unos 30" en el despacho del experimentador, los participantes recordaban los objetos congruentes con el *esquema* de despacho de investigador (mesa y silla, estanterías, etc.). Sin embargo, muy pocos recordaron otros objetos presentes (una botella de vino, una cesta de picnic, etc.) no congruentes con el respectivo esquema mental. En cambio, aunque no había ninguno a la vista, decían recordar libros, que efectivamente se corresponde con las expectativas concernientes a tal esquema (Brewer y Treyens, 1981).

Asimismo, el esquema entraña relaciones entre conceptos y hechos, con ajuste mutuo, permitiendo *inferencias* sobre información no explícitamente formulada, como ciertas *inferencias* respecto de que el comprador se convierta inmediatamente en vendedor, con una operación mercantil especulativa. El esquema contiene información acerca de cómo los diferentes aspectos de una situación están relacionados, permitiendo *predicciones* sobre lo que probablemente será cierto u ocurrirá, como algunas *predicciones* sobre posibles conflictos, en el ejemplo anterior, evitables mediante la escritura notarial y la inscripción en el registro de la propiedad.

Tales virtualidades de los esquemas pueden, sin embargo generar distorsiones en el recuerdo conduciendo a desviaciones, confusiones o errores, de acuerdo con el carácter constructivo de la percepción y la índole reconstructiva de la memoria. Sin embargo, frecuentemente son más fácilmente explicables en función de la estructura del esquema correspondiente y el contexto, con posibilidades de más fácil corrección.

Los **guiones** (*scripts*) son esquemas que representan actividades habituales, ordinariamente de índole secuencial, que pueden comportar también interacciones sociales; por tanto, "un guión es una estructura de conocimiento que contiene una secuencia de eventos que ocurren habitualmente en una particular situación estereotípica" (Medin, Roos y Markman, 2001, p. 257).

Un guión es un esquema de acción, como el concerniente al proceso de acudir a una biblioteca y hacer uso de la misma: solicitar un libro, cumplimentar una ficha, elegir un lugar donde sentarse, guardar silencio, leer, tomar notas, adquirir información, etc. Igualmente, son guiones los esquemas de acciones como hacer una fotocopia, realizar una observación en el microscopio, resolver una ecuación, acudir a la consulta del dentista o ir a un restaurante.

Por ejemplo, comer en un restaurante es un evento, compuesto de varias subpartes, esquemáticamente representado por un guión o script. ¿Cuál es la expectativa de la secuencia de acciones que suceden? El guión es una estructura mental que esquematiza el *tema* (comer en un restaurante), unas *condiciones* iniciales, (apetito/hambre), unas *funciones* o roles típicos, (camarero y cliente) y una *secuencia* de escenas compuestas por acciones sucesivas: entrar, sentarse en una mesa, leer la carta, elegir el menú, formular la demanda, comer, pagar y salir. Todo ello constituye un esquema de acción.

Análogamente a los *marcos* o cuadros, la estructura de los guiones contiene huecos, restricciones y requerimientos rellenados con los valores pertinentes. Su estructura a base de actos vinculados entre sí permite también *inferencias*, relevantes para la comprensión y *predicciones* sobre hechos futuros. (VanderStoep y Seifet, 1994).

Se puede almorzar o se puede cenar en restaurantes que son de diversos tipos, andaluz o vasco, mejicano o chino, que varían en sus menús, cocina, bebidas, manteles, iluminación, etc. Pero, subyace un mismo esquema. El nivel de abstracción del esquema permite descubrir similitudes en la secuencia de actos que se suceden a los que subyace un guión o script. (Schank y Abelson, 1995; Davidson y Sternberg, 1998).

Como el cuadro o marco, el guión o script es de naturaleza genérica o índole abstracta, constituyendo la representación mental, prototípica, de una secuencia de actos que confluyen en un propósito. Un guión es una estructura de conocimiento que contiene la secuencia de actos que se realizan habitualmente en una situación típica y suceden en un período de tiempo. Es decir, "un script es una secuencia bien estructurada de acontecimientos asociada a una actividad altamente habitual" (Matlin, 2002, p. 265).

El guión es un tipo de esquema de acciones habituales que se forma en la experiencia corriente o la práctica deliberada y sistemática. A través de la experiencia los aprendices forman o adquieren el guión que subyace a una observación en el microscopio, escribir una carta en el ordenador o resolver un problema con sustracción de números naturales, aunque varíe su redacción, datos numéricos, etc. Los guiones equivalen a planes de acción que comprenden desde los algoritmos más precisos hasta amplias estrategias. Cuando más compleja es la secuencia de actos u operaciones, más difícil resulta a los aprendices descubrir el guión y detectar espontáneamente similitudes más abstractas, por lo que se requiere enseñanza directa. (Anderson, Reder y Simon, 1996).

En definitiva, los esquemas cognitivos constituyen estructuras de conocimiento general que operan en el procesamiento y adquisición del conocimiento declarativo como marcos y del conocimiento procedimental como guiones.

8.5. Procesos metacognitivos y estrategias de memoria

La ***metacognición*** es cognición sobre la propia cognición o conocimiento sobre los propios procesos cognitivos. Se trata de conocimiento que la persona tiene acerca del propio conocimiento. De aquí la denominación de meta-conocimiento o meta-cognición. Es decir, el aprendiz toma conciencia de los propios *procesos cognitivos* utilizando *procesos cognitivos*, constituyendo, sin duda, un intrincado proceso. La metacognición concierne, pues, al conocimiento de los propios procesos cognitivos y sus resultados, con la posibilidad de controlarlos y regularlos, en beneficio del propio aprendizaje.

Por tanto, la metacognición o metaconocimiento concierne al conocimiento, conciencia, control y regulación de los propios procesos cognitivos. Lo importante es que el meta-conocimiento permite controlar y regular las propias actividades cognitivas, para mejorar los procesos de adquisición del conocimiento y sus resultados. Interviene, pues, en disponer las condiciones, guiar los procesos y seleccionar las estrategias pertinentes para mejorar la propia actividad cognitiva.

Los aprendices pueden tomar conciencia de ciertas variables que influyen en los procesos cognitivos, como la parte del día más favorable, el interés del tema, ciertas circunstancias sociales, etc. identificando determinados factores. Pero, en general, tienen una limitada consciencia acerca de sus procesos mentales, particularmente en el procesamiento de información compleja. Dos aspectos esenciales de la metacognición son la metamemoria y la metacomprensión.

La **metamemoria** es el conocimiento acerca de la propia memoria: sobre su funcionamiento, posibilidades, limitaciones, efectividad de los procesos de codificación y previsiones sobre la probabilidad de recuperación o recuerdo. Tal conocimiento metacognitivo se proyecta en el posible control y regulación de las operaciones de la memoria, enderezadas a mejorar su rendimiento. El alumno puede creer que ha estudiado adecuada y suficientemente determinado contenido, decidiendo el cese en su estudio, por considerarlo dominado, pasando a otro, a veces, injustificadamente. Después, obtiene un resultado insatisfactorio en la prueba correspondiente, habiéndose producido un fallo en su metamemoria. Por tanto, se puede sobrestimar o subestimar el rendimiento de la propia memoria, por lo que es importante lo que el aprendiz sepa acerca de su funcionamiento, posibilidades y limitaciones, asignando el tiempo pertinente a la tarea de aprendizaje, analizando su realización y cómo puede mejorarla.

A lo largo de la vida, en un prolongado proceso de aprendizaje implícito, incidental, no intencional, el aprendiz va incrementando lentamente su conocimiento sobre el funcionamiento de la propia memoria y sus resultados. Este conocimiento de la propia memoria es indirecto, resultante de inferencias basadas en la experiencia sobre los propios recuerdos, olvidos y otros fenómenos mnemónicos. Por ejemplo, se constató que los alumnos del tercer curso escolaridad ya sabían que su

memoria era sugestionable; mientras que los de primero desconocían que eso era posible. (O' Sullivan, Howe y Marche, 1996).

Las diferencias individuales en el rendimiento de la memoria más que de las naturales capacidades, esencialmente semejantes, se deben, en notable medida, al modo en que se procesa la información utilizando idóneas estrategias generales y particulares.

La investigación con estudiantes de educación secundaria y universitaria ha mostrado que, en general, suelen ser razonablemente precisos en sus juicios metacognitivos o estimaciones respecto del grado de retención o probabilidad de recuerdo. Cuando predicen que recordarán mejor determinados elementos, resulta que efectivamente los recuerdan mejor. La precisión de los pronósticos es mayor cuando se trata de contenidos sencillos, como vocablos de una segunda lengua. Pero, la precisión disminuye cuando se trata de estructuras conceptuales complejas, propendiendo a una sobrestimación. Repárese en que no se trata de la precisión de la memoria, sino de la precisión de la metamemoria o precisión de los juicios sobre la propia memoria. La precisión de la metamemoria depende de varios factores, como los siguientes: a) contenido o material fácil, b) sobreaprendizaje o consolidación de lo aprendido, c) aprendizaje intencional y d) breve demora en los juicios tras la tarea. Asimismo, la precisión de la metamemoria se incrementa cuando los estudiantes realizan un procesamiento profundo, procuran una organización significativa y autoevaluan el nivel de sus adquisiciones específicas. (Manzzoni y Nelson, 1995; Nelson, 1996).

En general, los estudiantes obtienen mejores resultados en el rendimiento de su memoria y el aprendizaje en general, cuando alcanzan cierto conocimiento acerca del funcionamiento de la misma, como que las partes primera y última de una serie se recuerda mejor que las intermedias, que lo aprendido por primera vez se retiene peor que lo sobreaprendido, que el significado o comprensión favorece la retención, etc., actuando en consecuencia.

El desarrollo del conocimiento sobre el funcionamiento de la propia memoria —metamemoria— se proyecta, pues, en el control y regulación de los procesos de codificación, mejorando posteriormente el reconocimiento y recuerdo. Ese conocimiento conlleva predicciones del aprendiz concernientes a lo que se será capaz de recordar, lo cual afecta a decisiones y comportamientos respecto del tiempo asignado a los contenidos, la distribución de la práctica y la índole de las estrategias generales o particulares empleadas en función de la prevista utilización del conocimiento adquirido. En su virtud, el aprendiz calibra las dificultades de cada contenido, sin atender a todo por igual; regula el tiempo y esfuerzo destinado a cada tarea o actividad, para alcanzar el dominio pertinente; selecciona las estrategias de estudio utilizables en cada caso y evalúa los resultados, adoptando un enfoque activo y estratégico.

La **metacomprensión** es un tipo de conocimiento metacognitivo, concerniente a la comprensión, como indica su nombre. Esta modalidad de cognición se refiere, pues, a la capacidad del aprendiz para valorar el grado en que ha comprendido

algo. Puede implicar preguntas como estas: ¿Qué he entendido de lo leído en este párrafo? ¿Cómo se relaciona con el conjunto del texto? ¿Cuál es la diferencia entre círculo y circunferencia? ¿Cuáles son las diferencias y semejanzas entre pronombres y adjetivos demostrativos?

Las investigaciones con estudiantes de educación secundaria y universitaria indican que sus juicios sobre la comprensión no siempre son precisos, con tendencia a sobrestimarla. Creen que han entendido algo, que luego no se corresponde con los resultados obtenidos. Frecuentemente, tras hacer leído una parte de un tema sin detectar dificultades especiales, creen que lo han comprendido, sin reparar en sus relaciones y sentido dentro del significado del tema en su conjunto. Pueden estimar que han comprendido el tema cuando solo han logrado una simple visión general del mismo. El problema resulta más complejo cuando la fuente es una prolongada y acelerada exposición oral.

En general, cuando han realizado un procesamiento profundo, elaborativo, en la lectura de un texto, son más precisos en sus predicciones sobre la comprensión alcanzada (Maki, 1998). Algunos estudios han encontrado una moderada correlación positiva entre las destrezas metacomprensivas de los estudiantes y su nivel de comprensión lectora. Asimismo, ésta resulta favorecida con ciertas ayudas sobre cómo mejorar sus destrezas de metacomprensión. La capacidad para valorar el grado en que han comprendido el fragmento de un texto o este en su conjunto, mejora con la práctica intencional dirigida a este fin, permitiendo el control de la comprensión y el empleo de estrategias idóneas para su regulación, favoreciendo el aprendizaje en general. (Hacker, Dunlosky y Graesser (1998).

La metacomprensión no se limita, pues, a que el aprendiz conozca el grado en que ha comprendido; sino que es el paso previo para el control y regulación de las operaciones conducentes a una mejor comprensión, como ocurre al regular la propia comprensión lectora de modo que resulte más eficiente. La capacidad metacompresiva mejora cuando el aprendiz se habitúa a realizar autoevaluaciones respecto de la comprensión de textos que lee. Los buenos lectores difieren de los lectores deficientes por su conocimiento sobre la utilidad de determinadas estrategias. Los primeros establecen conexiones entre los conceptos, forman imágenes visuales basadas en las descripciones contenidas en el texto y suelen hacer resúmenes o bosquejos de su contenido. Igualmente categorizan rápidamente el tipo de texto que leen y enfocan la lectura de modo distinto según se trate de literatura, geografía, química, etc. (McDaniel y otros, 1996; Pressley 1996).

En definitiva, el aprendiz se sirve de la metacognición para discernir lo que sabe y el grado en que lo sabe y aquello otro que necesita más repaso elaborativo, mejor comprensión, así como el empleo de las estrategias pertinentes.

Las **estrategias de la memoria** conciernen a modos de procesamiento de la información que favorecen la codificación, retención y recuperación, íntimamente

relacionadas con la metacognición, con la que, a veces, se confunden. El aprendiz emplea la metacognición para controlar, regular y emplear las propias estrategias de estudio convenientes en cada caso, usándolas de modo adaptativo.

Todo lo precedente expuesto constituye la base de las *estrategias generales* de la memoria y parcialmente de las estrategias particulares o mnemotecnias que se describen más adelante. Por tanto, la alusión a las estrategias generales de la memoria consistirá necesariamente en una recapitulación.

Una codificación efectiva, con retención conceptualmente más significativa, precisa y duradera es el resultado de un procesamiento en que el nuevo conocimiento se vincula a la experiencia y conocimiento disponible que le sirve de anclaje. Las evidencias disponibles muestran que las diferencias en la efectividad se deben básicamente a las diferencias en el *conocimiento previo* en el sector o área correspondiente y *estrategias* empleadas.

Es decisivo el procesamiento profundo de la información, a nivel de significado; sin limitarse a niveles superficiales, sensoriales, de índole asociativa o mera retención literal. Asimismo es ya bien sabido que la pertinente ordenación u organización del conocimiento en la memoria humana es capital en la codificación y recuperación, lo que implica la construcción de estructuras de conocimiento jerárquicamente organizadas y amplias redes conceptuales.

Un factor estratégico de especial relevancia es el concerniente a la calidad y cantidad de la práctica deliberada. Incluso en la propia área de especialización, pocas personas consiguen adquirir el dominio de un tema con una sola lectura o audición. La practica de buena calidad, como práctica deliberada, comporta repaso elaborativo en que el contenido se analiza desde nuevas perspectivas y se establecen nuevas relaciones conceptuales, comportando mayor elaboración de significados y comprensión progresivamente más profunda o completa. En lo concerniente a la cantidad de la práctica, diversas investigaciones han confirmado que ciertos criterios son más eficaces que otros, particularmente en lo relativo al efecto de distribución, de tal modo que la acumulación de la práctica en un reducido período de tiempo resulta menos efectiva que su distribución en el tiempo, en función de los logros que sucesivamente se van alcanzando. Asimismo, cabe señalar la importancia de incluir elementos en la codificación, como potenciales pistas o indicios, que ulteriormente hacen más accesible la recuperación.

Sobre la base de los procesos y estrategias generales descritas, concernientes fundamentalmente a la memoria semántica, empleadas en los procesos elaborativos o constructivos de significados; cabe ahora referirse a ciertos procedimientos, métodos o técnicas denominadas ***mnemotécnias*** que resultan útiles en la codificación de información relativamente simple constituida por elementos concretos o datos que, como parte de los contenidos, son objeto de aprendizaje asociativo, de índole literal y repetitiva. Aunque careciendo de significado en sí mismos, su aprendizaje tiene

sentido en función del conjunto de que forman parte, como ocurre con las fechas históricas, nombres geográficos, promedios metereológicos, porcentajes económicos, etc. (Richardson, 1998; Matlin, 2002).

Se trata de estrategias mnemónicas muy singularizadas, utilizadas para tal o cual elemento informativo particular, algunas de las cuales el aprendiz individualmente puede descubrir en su esfuerzo por aprender. Por ejemplo, una persona puede asociar cierta fecha relevante a la de su nacimiento, asociar un nombre a otro que ya conoce o ciertos rasgos del rostro que percibe en la fotografía al carácter y conducta de una figura importante. Por ejemplo, una persona que nació en el año 1942 aprendió pronto una fecha histórica tan representativa como 1492. Un estudiante manifestaba recordar la fecha correspondiente a la Revolución francesa retrocediendo a partir del último dígito [1789] y otro indicaba haber aprendido la palabra inglesa *thought* asociándola, por contraposición en su pronunciación, a la española *zote*. Otras ingeniosas mnemotecnias, de índole idiosincrásica, son empleadas por cada estudiante, con diversas formas de asociación, analogías, comparaciones, etc. Entre ellas puede incluirse las referencias a períodos dentro del siglo: a comienzos del s. VIII, a finales del s. XV, en la segunda mitad del s. XVIII.

Asimismo, en el periodo de educación básica, puede emplearse eficazmente el redondeo de datos numéricos, como la codificación de 1000 Km. para la longitud del río Tajo, desestimando los pocos más, que los propios especialistas debaten respecto del procedimiento de su medición o sobre identificación de la fuente. Análogamente, en ciclos iniciales pueden unificarse en 900 Km. las longitudes de Ebro (910) y Duero (895). También las referencias comparativas, que involucran relaciones, entrañan ventajas claras en la codificación y recuperación de indicadores económicos como los de producción mundial de petróleo, donde Venezuela ocupa el 10º lugar, Nigeria el 12º y Finlandia el 86º. Análogamente, que España es el 2º país de de la UE en extensión, después de Francia, que Andalucía es la sexta parte de España en superficie (87.000 Km^2) y Galicia la dieciseisava, al igual que Cataluña, aproximadamente.

Por otra parte, es conveniente que el aprendiz conozca los efectos de ciertos recursos mnemónicos, como la utilización de determinadas imágenes o palabras-clave que son mejores que la mera repetición. Generalmente, cuando adquiere conciencia de las posibilidades de tales procedimientos o mnemotécnicas, entonces tiende a emplearlos y genera otras por si mismo.

Determinadas mnemotecnias se han divulgado ampliamente habiendo sido incluso objeto de experimentación. Asociando ciertos datos a determinados elementos significativos que se recuerdan mejor, tales mnemotecnias o estrategias particulares facilitan la codificación y ulterior recuperación de hechos, datos o conjunto de ellos. Aunque su efectividad es muy variable, en muchos casos superan a la simple repetición. Unas se fundan en la *organización*. Otras tienen como base el empleo de *imágenes* visuales.

Las mnemotecnias basadas en la *organización* implican la construcción de una estructura de codificación que facilita el recuerdo del conjunto de los componentes del material de aprendizaje. En este tipo se incluye el *agrupamiento*, la *estructura jerárquica*, la *primera letra* y la *narración mnemotécnica*.

El *agrupamiento* consiste en la combinación de elementos simples en unidades más amplias. Analizado con anterioridad respecto de la memoria a corto plazo, resulta también efectivo en lo que afecta a la memoria a largo plazo.

En la estrategia de organización *jerárquica* de un conjunto de elementos relacionados se forma una estructura de clases o categorías, desde las más generales a las más específicas. Un ejemplo es el gráfico encabezado por el reino de los *animales* continuando, como árbol invertido, con la división en invertebrados y vertebrados, seguido de la subdivisión de estos últimos en peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, descendiendo en la escala taxonómica según familias, órdenes, géneros o especies. Al estar implicada una estructuración conceptual su utilidad deriva de la conocida efectividad de la organización en la codificación y la recuperación o recuerdo. Distintos experimentos han puesto de manifiesto su eficacia. (Bower, 1969; Witrock 1974; Baddeley, 1999).

La nemotecnia de la *primera letra* consiste en componer un *acrónimo* o palabra nueva con la inicial de cada una de las palabras, quedando asociadas en aquel. Se ha utilizado en distintos dominios, incluido el estudio de la anatomía y la traumatología; si bien existen ciertas discrepancias sobre su efectividad. (West,1995; Gruneberg y Herrman, 1997).

La mnemotecnia *narrativa* consiste en la composición de un relato en el que se incluye la serie de palabras objeto de aprendizaje, que resultan agrupadas por los vínculos de la narración. En un experimento se compararon los resultados del empleo de esta técnica con los obtenidos mediante el estudio directo de listas de palabras, por repetición, comprobándose que en el primer caso se recordaban seis veces más. (Bower y Clark, 1969). Aunque resulta efectiva, el problema reside en las dificultadas para la composición de esos relatos, en condiciones que resulten operativos en la codificación y ulterior recuperación.

Otro grupo de estrategias particularizadas o mnemotecnias se fundan en la gran potencialidad de las ***imágenes*** visuales para favorecer el recuerdo, especialmente cuando se trata de imágenes vívidas. (Paivio, 1995; Bellezza, 1996; Neath, 1998).

El *método de los loci* o lugares, conocido desde hace muchos años, ha mostrando cierta efectividad, particularmente cuando se pretende aprender una serie de elementos en un orden determinado. Se establece como base común la imagen visual de una serie de lugares bien conocidos y ordenados en una secuencia concreta, como la propia vivienda (puerta de entrada, pasillo, comedor, cocina, dormitorio propio, cuarto de baño, etc.) o de un itinerario, como el que va desde el propio domicilio al centro escolar (portal, calle, plaza, edificios importantes) A cada uno esos puntos

o lugares se asocian correlativamente los elementos que se pretende retener. Por ejemplo, los planetas, se asocian sucesivamente cada uno a los respectivos lugares del itinerario: portal-Mercurio; plaza-Venus, edifico-La Tierra, etc. según su distancias al Sol. Tales asociaciones operan como pistas que facilitan su disponibilidad en el momento de la recuperación, conforme al principio de la especificidad de la codificación, analizado en el capítulo siguiente.

La mnemotecnia de la *palabra-clave* se ha empleado en el aprendizaje de vocabulario de la propia o una segunda lengua, así como de datos verbales o terminología que toda nueva asignatura encierra. La nueva palabra que se pretende codificar se asocia a otra fonéticamente semejante, creando una imagen que actúa como mediadora. Algunos experimentos han mostrado su utilidad para la memoria a largo plazo, aunque también se han encontrado ciertas debilidades. (Wang y Thomas, 1999).

9. EL PROCESO DE RECUPERACIÓN Y UTILIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO

9.1. Naturaleza del proceso de recuperación del conocimiento: factores

La investigación cognitiva se centró al principio en el proceso de codificación o adquisición del conocimiento, que experimentó un rápido y notorio desarrollo. Más tarde se prestó la necesaria atención al estudio sistemático del proceso de recuperación o evocación de lo previamente adquirido. Ambos procesos se hallan estrechamente ligados en el sistema de la memoria humana, por lo que constantemente aparecen sus interacciones, especialmente la influencia de la codificación en la recuperación.

La recuperación es el proceso por el cual el conocimiento adquirido se rescata de la memoria permanente, activándose en el momento o situación requerida por la cognición y la acción humana. Se activa el conocimiento disponible en la memoria declarativa y emergen de la memoria procedimental los procedimientos y habilidades que intervienen en los procesos cognitivos y actividades o acciones, como la lectura o la danza.

Frecuentemente se recupera información de manera *implícita*, sin que se sea consciente de ello. Mas, se requiere cierto esfuerzo y condiciones específicas para la recuperación o recuerdo de determinados saberes o datos previamente adquiridos, haciéndose de manera *explícita* presentes en la conciencia.

Asimismo, en el estudio de la recuperación resulta esencial la distinción entre dos formas de evocación de la información disponible en la memoria; una se manifiesta en el *reconocimiento* de elementos presentes y la otra como *recuerdo*, en ausencia de los mismos. A ambas formas serán analizadas posteriormente.

¿Cuáles son los las principales factores que influyen en el proceso de búsqueda y recuperación de lo aprendido? Los docentes saben bien que los contenidos del curriculum escolar son tanto mejor reconocidos, recordados y utilizados cuanto mejor hayan sido aprendidos, si bien el término mejor entraña distintas estipulaciones y variadas condiciones a las que ya se hizo referencia en las páginas precedentes. Las operaciones por las que la información ha sido procesada, codificada y representada, con los mencionados efectos de profundidad, generación, organización y autoreferencia, entre otros, ejercen una influencia crucial en su recuperación. Pero, reconocimiento o recuerdo, también dependen de las condiciones y operaciones correlativas que se producen en el momento mismo de su recuperación.

Como ha señalado Tulving (1983) la recuperación eficiente es una función conjunta de la información de la huella (que refleja las variables de la codificación) y de la información de la pista (que refleja las variables de la recuperación). Este insigne investigador de la memoria enfocó su estudio sobre recuperación en la efectividad de los tipos de ***pistas***. Los resultados de diversas investigaciones muestran

que, en general, "la implicación del significado en la codificación, junto a la disponibilidad de las correspondientes pistas de recuperación en el momento de la prueba produce los grados más altos en el rendimiento de la memoria " Brown y Craik, 2000, p. 101).

Un estudiante conoce bien a sus compañeros de 1º de Educación Secundaria. Pero, trasladado a otra localidad al final de dicho curso y transcurridos muchos años, en el recuerdo de aquellos compañeros utiliza ciertas *pistas* como la imagen visual de la colocación de los estudiantes en el aula, su participación en determinadas actividades deportivas o artísticas, los grupos de amistad, etc. que constituyen ayudas, claves, indicios o pistas para el recuerdo. Las pistas serán efectivas en la recuperación en la medida en que la información inherente a las mismas haya sido incorporada a la huella en la codificación antecedente.

Supóngase que, después de una excursión, se preguntase a una persona qué hizo, vio, oyó, degustó, etc. Un modo de recordarlo, sin omisiones o lagunas importantes, consistiría en hacerlo según el orden de los hechos mismos; es decir, de modo *cronológico*. Análogamente, el recuerdo y enumeración de los estados de la Unión Europea puede hacerse según un criterio *topográfico*, comenzando con Estonia y siguiendo los estados limítrofes de E. a O. hasta Portugal; en vez de ir saltando de un lugar a otro. Tales *planes* o *estrategias* contienen pistas, indicios o claves que operan en un ordenado y eficiente proceso de recuperación de la información previamente codificada. Sin esas pistas o claves, asociadas a las representaciones mentales, pueden resultar *inaccesibles* ciertos contenidos *disponibles* en la memoria.

La percepción ocasional de olor a jazmín y azahar, asociado a un patio cordobés, opera como *pista* o clave en la evocación de aquélla lejana tarde festiva en aquel patio, con su pozo central, los brillantes azulejos, las macetas, el cante flamenco y la guitarra que sonaba. Repárese en que la pista o claves utilizadas en la recuperación han estado presentes en la codificación.

Cierto episódico en un experimento de física o un chiste del profesor en la exposición del tema pueden actuar como *pistas* en la búsqueda, acceso y recuperación de conocimientos generales, en virtud de las conocidas interacciones entre memoria episódica y semántica. Asimismo, en una situación de evaluación la simple alusión del docente a cierta idea o dato, puede constituir una *pista* efectiva para la recuperación de información inherente al tema o cuestión planteada. Incluso la primera palabra de la aclaración puede ser suficiente como pista o clave, generando una serie de enlaces en la estructura mental, red de representaciones o conjunto organizado de lo aprendido.

Una gran variedad de indicios o *pistas* pueden operar en el proceso de recuperación de lo aprendido, con tal de que se hayan incluido en la codificación específica, conforme al *principio de especificidad de la codificación*. Es decir, "la posibilidad de recordar algo depende decisivamente de que las *pistas* codificadas en la memoria, en

el momento de la adquisición, estén accesibles y operen en el momento de la recuperación". (Medin, Ross y Markman, 2001, p. 172).

Un sencillo símil puede ilustrar la interdependencia entre los procesos de codificación y recuperación. Entre los miles de libros almacenados en una gran biblioteca, resulta relativamente fácil encontrar (recuperar) uno de ellos, en función de su código de números y letras. Conforme a esa codificación, los libros de la misma categoría o sección temática se han dispuesto organizadamente en la misma o en estanterías limítrofes. Los criterios de codificación y almacenamiento serán los mismos empleados en la búsqueda. Es decir, habrá congruencia entre el procedimiento de codificación y el procedimiento de recuperación, tal que la codificación esté presente en la recuperación correspondiente. La codificación contiene, pues, las claves o pistas utilizadas en la búsqueda, localización o recuperación del libro. El color, tamaño o tipo de encuadernación no servirán para la recuperación en una gran biblioteca.

La influencia de lo circundante o "apoyo contextual" en la recuperación ha sido ampliamente estudiada por Tulving (1985). Restablecer el ***contexto*** de codificación en el momento de la recuperación resulta especialmente favorable, en la medida en que contiene pistas diversas para reconocimiento y el recuerdo. Así, "volver al lugar de los hechos" o "regresar a la habitación" son expresiones reveladoras, al respecto. Alguien que se desplaza a determinado lugar en busca de cierto objeto en el transcurso del desplazamiento tiene percepciones o evocaciones diversas de modo que, llegado al lugar, ya no recuerda el propósito que le llevó al mismo. Sin embargo, tras regresar a la habitación o lugar de origen inmediatamente recuerda el propósito del desplazamiento: ha restablecido el *contexto* de codificación. En consecuencia, al reinstalar en el contexto de la recuperación el mismo contexto de codificación, el recuerdo resulta favorecido.

Transcurridos algunos años, el regreso a determinado lugar conocido en algún momento de la vida (residencia en la adolescencia, periodo de vacaciones o simplemente una excursión) en aquel contexto, rico en claves o pistas, donde se procesaron y codificaron estímulos diversos, se reconocen y recuerdan, con cierta facilidad, personas, escenas, hechos y objetos que parecían definitivamente olvidados.

El término contexto se toma en un sentido muy amplio, incluyendo diversos elementos, condiciones internas y externas y operaciones que concurren en la codificación y en la recuperación. Pues bien, la coincidencia del *contexto de recuperación* con el *específico contexto de codificación* contribuye notablemente al logro de mejores tasas de reconocimiento y recuerdo, aunque sus efectos sean variables en intensidad y constancia. (Tulving, 1983; Balch y Lewis, 1996; Roediger y Guynn, 1996).

Unas variables *contextuales* pueden ser externas o físicas, como las características del lugar donde se estudia, la música, la temperatura, etc. Aun cuando se codifique más débilmente, el *contexto externo* puede influir en la correlativa recuperación, aunque con efectos débiles en el rendimiento de la memoria. Por ejemplo, se comprobó

que, cuando una prueba de evaluación se realizaba en un aula distinta de la ordinaria de la clase, el recuerdo tendía a descender ligeramente. (Smith, 1986; Murnane y Phelps, 1993). Asimismo, cuando una serie de palabras habían sido codificadas a partir de una voz *femenina*, resultaba más difícil su reconocimiento al presentarlas ulteriormente con voz *masculina* (Geiselman y Glenny, 1977).

Mayor es el efecto de las variables contextuales *internas*, como las concernientes al estado biológico o psicológico, transitorio o permanente, del sujeto. Por ejemplo, una persona incapaz de recordar lo percibido en el estado producido por exceso de alcohol; puede, sin embargo, recordarlo mejor en un estado semejante. Asimismo, el estado psíquico, como el emotivo, en la codificación o adquisición coincidente con el estado en el momento de la recuperación, aumenta la probabilidad del recuerdo, aunque los *efectos sean moderados*, excepto que el nivel emotivo (positivo o negativo) sea intenso. Los resultados de la investigación indican que, en general, un estado emotivo *agradable* o *satisfactorio* contribuye a un aprendizaje más efectivo. (E. Eich, 1995).

Por otra parte, en lo que concierne al tono emotivo de los *estímulos* mismos, los agradables para el individuo son procesados de modo más eficiente, por lo que se recuerdan primero, con mayor precisión y son más duraderos. En general, la información positiva es procesada más eficientemente que la negativa. (Matlin y otros, 1979; Walker y otros, 1997; Matlin, 2002).

Pero, los efectos de un *estado* mental desagradable o insatisfactorio pueden favorecer el recuerdo de *estímulos* también desagradables. En la depresión el sujeto tenderá a codificar estímulos insatisfactorios, lo cual entraña un considerable problema psicoterapéutico. (Schacter, 1999).

Por tanto, con intensidad variable, influye el contexto interno o estado mental, así como el contexto externo, en la medida en que sea suficientemente rico y distintivo, correspondiendo la mayor potencia al contexto de naturaleza semántica. La dependencia del contexto no es del tipo "todo o nada" sino de índole gradual. Es decir, el cambio del contexto puede hacer más difícil la recuperación de la información, aunque sin impedirla. (Schultheis, Barkowsky y Bertel, 2006).

Fuera del contexto en que se produjo su codificación o adquisición, las personas recuperan conocimientos, en virtud de la propia actividad mental auto-inicada, que opera predominantemente en el recuerdo libre y el recuerdo prospectivo (realización futura de una acción). Por otra parte, el rendimiento de la memoria de las personas mayores suele ser menor en situaciones donde se dispone de menos apoyo contextual. (Anderson y Craik, 2000).

El *efecto de contexto* en la recuperación se manifiesta particularmente cuando no están disponibles o accesibles pistas mejores. En el aprendizaje consolidado, con alto grado de dominio, las pistas inherentes al propio contenido son más potentes que los posibles efectos del contexto.

Como ya se señaló, el principio de **especificidad de la codificación** indica que la efectividad de las operaciones de acceso a la información almacenada en la memoria depende de su semejanza o congruencia con las *específicas* operaciones de codificación de aquella información. Esto es, el éxito en la evocación es favorecido por la semejanza de las operaciones de recuperación con las específicas operaciones que se produjeron en la codificación: una pista de recuperación será efectiva en la medida en que haya sido incorporada en la codificación de la información correspondiente.

Por ejemplo, determinadas palabras codificadas por su rima serán mejor recuperadas en función de la rima, que por el significado. Según el principio de especificidad de la codificación, cuando la codificación de las palabras fue de tipo sensorial auditivo (rima), el proceso de recuperación del mismo tipo o nivel, mediante los patrones de la rima, será más efectivo que el procesamiento del significado, de nivel más profundo.

Efectivamente, en el caso de la rima o de una canción, melódica o rítmica, de más superficial procesamiento, la recuperación es más eficaz en la medida en que las operaciones del proceso de recuperación se asemejan a las operaciones del específico proceso de codificación auditiva. Por tanto, lo que importa es la similitud el proceso empleado en la recuperación con el específico proceso de codificación del terceto o la canción.

Lo anterior supone una reconsideración los niveles de procesamiento o efecto de profundidad de procesamiento, de reconocida relevancia y efectividad; pues resulta de mayor amplitud o generalidad del *principio de la especificidad de la codificación*, englobando o subsumiendo al principio de los niveles de procesamiento. En efecto, las canciones se aprenden mejor cantando, a un nivel sensorial, más superficial de procesamiento; pero, la física o la metafísica se aprenden mejor pensando, a nivel profundo de procesamiento del significado.

Una derivación del *principio de especificidad de la codificación* es la denominada ***codificación apropiada a la transferencia***, según la cual la mayor probabilidad de que lo aprendido en una tarea sea *transferido* a otras tareas o procesos depende de la similitud entre el proceso de codificación o adquisición y el proceso propio de las tareas a que se haya de transferirse o generalizarse. Esto es, la "transferencia positiva es más probable cuando la tarea de aprendizaje y la tarea de transferencia requieren el uso de un procesamiento similar" (Kimball y Holyoak, 2000, p. 113).

Que la habilidad o conocimiento adquirido se transfiera, generalice o aplique posteriormente a otras actividades, problemas o tareas depende, pues, de la similitud de éstas con la codificación específica precedente. Valga como ejemplo, en sentido contrario, que el dominio de los logaritmos neperianos no es apropiado para su transferencia al ajedrez.

Por tanto, la codificación específica de índole fonética, musical, visual, motórica o semántica es apropiada para la transferencia o aplicación a las respectivas situaciones o actividades que impliquen un procesamiento de esa índole. Obviamente, si el proceso de codificación ha sido de índole semántica, la *transferencia* positiva será efectiva cuando la tarea subsiguiente es también de índole semántica. Pero, en todo caso, es muy importante que el aprendiz se haya implicado en el proceso de codificación específica congruente con lo requerido en la recuperación y aplicación de lo aprendido (Brown y Craik, 2000).

En resumen, los resultados de la investigación experimental han demostrado que las operaciones elaborativas, con implicación del significado en la codificación, combinada con la provisión de las pertinentes pistas, produce los niveles más altos de rendimiento de la memoria.

Por otra parte, el específicamente llamado ***efecto de recuperación*** indica que los sucesivos actos de recuperación de lo aprendido surten un efecto positivo en la mejora del aprendizaje y el rendimiento de la memoria. El proceso de recuperación eficiente de lo adquirido contribuye a su consolidación, favorecida por la operación consciente que tiene lugar, cualquiera que fuere su objetivo primario de la recuperación: prueba de evaluación, actividad de recapitulación, utilización de lo aprendido o explícita ejercitación personal. Un factor relevante es que dichos actos de recuperación tengan la pertinente distribución en el tiempo, según un ritmo descendente de frecuencia, hasta alcanzar intervalos relativamente largos. Como ocurre en los procesos perceptivos, los actos de recuperación proporcionan nuevas oportunidades de codificación, tal que un acto de recuperación es probablemente más efectivo como segunda codificación, en la medida en que implica operaciones más profundas de procesamiento semántico. (Bjork, 1988; Bahrick, 2000).

Por tanto, contrariamente a lo que, por ignorancia o irreflexión, afirman algunos, no se pierde el tiempo realizando frecuentes pruebas de evaluación, con tal de que dichos actos o actividades no se limiten a la mera reproducción literal. Se logra un mayor beneficio si, además, se analizan sus resultados y se reflexiona sobre los mismos, de lo que, como por resultacia natural, surge los favorables efectos de retroinformación. Sin embargo, el problema actual no reside precisamente en la abundancia de dichas actividades, sino precisamente en la escasez y calidad de las mismas. Acaso las razones de esta insuficiencia se halle en la falta del tiempo necesario dentro de la jornada docente, más que en las dificultades o esfuerzo para su elaboración y análisis de sus resultados.

Por último cabe mencionar el **efecto de posición serial**, conocido desde hace muchos años, con sus manifestaciones de *primacía* y *recencia*. Por ejemplo, en el *recuerdo libre* de una serie de palabras —sin exigencia de un orden determinado— las primeras de la serie son bien recordadas (*efecto de primacía*) atribuible al mayor tiempo y posibilidades de ser repasadas de modo silencioso o subvocal, en

la memoria a corto plazo, transfiriéndose inmediatamente a la memoria permanente. Las últimas de la lista, más recientemente percibidas, son antes y mejor recordadas que las restantes de la serie (*efecto de recencia*). Las que se encuentran en la parte central son las menos recordadas.

9.2. Dos formas de recuperación de lo aprendido: reconocimiento y recuerdo

Como se indicó anteriormente, el *reconocimiento* y el *recuerdo* son dos formas de recuperación de lo aprendido. Se trata, por ejemplo, de reconocer la cara del cartero cuando llama a la puerta o de recordar esa cara más tarde, en un momento dado. Asimismo, un proceso de la memoria humana es el reconocimiento del concepto de isoterma cuando se presenta escrito junto a las definiciones o descripciones de otros conceptos y otro es recordar explicita y directamente el concepto de isoterma en un momento dado.

Tales diferencias se proyectan, en el ámbito educativo, en dos tipos de pruebas de evaluación, poniéndose de manifiesto la función de pistas y contextos verbales en el acceso al conocimiento disponible en la memoria permanente, así como el principio de especificidad de la codificación.

Dichas formas de recuperación pueden ser el recuerdo libre, el recuerdo con pistas o bien el reconocimiento con distintas opciones. La primera forma consistente en la exposición oral o redacción del aprendiz sobre el contenido de determinada cuestión o tema, a partir de enunciados como los siguientes: *Cuál es la composición de la célula*; *El tercer viaje de Colón; Qué es la raíz cuadrada de un número*. Se requiere el *recuerdo* del conocimiento disponible en la memoria declarativa, implicando la selección de conceptos y datos, la ordenación u organización de las partes, determinadas síntesis conceptuales, etc. con cierto dominio de la expresión verbal.

Son también pruebas de recuerdo aquellas que requieren la elaboración, construcción o composición, relativamente breve, de la solución o respuesta, respecto de un contenido delimitado, predominando las operaciones de análisis. Son ejemplo de las mismas los siguientes:

Orgánulos citoplasmáticos cuya principal función es la producción de energía:...............
Viaje en que Colón llegó a las bocas del Orinoco:...
Cuál es la raíz cuadrada de 1:...

En cambio, las pruebas de *reconocimiento* consisten en la elección de la respuesta o solución entre ciertas alternativas explícitamente dadas. Un tipo particular es la opción binaria, consistente en decidir si un enunciado dado es verdadero o falso (V/F). Otro tipo es la elección entre opciones múltiples.

Son ejemplos de pruebas de reconocimiento con opción binaria y opciones múltiples, los siguientes:

— *Las mitocondrias son orgánulos que tienen como función principal la producción de energía. V / F*
— *Colón llegó a las bocas del Orinoco en su tercer viaje. V / F.*
— *La √1 = 1. V / F.*

— *Orgánulos citoplasmáticos productores de energía: a) diplosomas; b) cloroplastos; c) mitocondrias; d) ribosomas.*
— *En qué viaje llegó Colón a las bocas del Orinoco: a) El primero, b) El tercero, c) El cuarto, d)El sexto.*
— *La raíz cuadrada de 1 es: a) 0; b) 0,1; c) - 1; d) 10.*

Las pruebas de *recuerdo* comportan un proceso más complejo de recuperación, ya que producir o elaborar enteramente la respuesta implica, al menos, un doble proceso: la búsqueda y recuperación de posibles soluciones o respuestas y el reconocimiento de la acertada, con la decisión de optar por ella.

En cambio, en las pruebas de *reconocimiento* el proceso de búsqueda se elimina, requiriendo únicamente la decisión de optar por una de las alternativas explícitamente dadas, tras el análisis de las mismas, en función del conocimiento disponible. Otra diferencia consiste en que mientas que en el reconocimiento predomina el procesamiento guiado por los datos percibidos (de abajo-arriba); en el recuerdo predomina el procesamiento guiado por conceptos (de arriba-abajo).

Generalmente, las pruebas de *reconocimiento* resultan más fáciles. Por ejemplo, resulta más fácil reconocer o identificar la fórmula √1=1 entre dos o más opciones presentadas que su total y absoluto *recuerdo* u obtenerla deductivamente. No obstante, en determinados casos el recuerdo puede resultar más fácil, con tal de que la codificación contuviese superiores pistas y elementos contextuales que operasen en la recuperación. Pero, en todo caso, empíricamente se ha comprobado que el rendimiento es mayor en las pruebas ordinarias de reconocimiento que en las de recuerdo.

En las pruebas de recuerdo, únicamente el enunciado del tema o cuestión contiene la clave o algunas pistas para la recuperación de lo aprendido. En cambio, la estructura típica de la prueba de reconocimiento contiene abundantes pistas o indicios efectivos, por cuanto que incluye la respuesta pertinente entre las opciones dadas. En el contexto de recuperación están presentes elementos ya presentes en la codificación o situación original de aprendizaje, favoreciendo la activación o recuperación, conforme al principio de codificación específica. Respecto de la modalidad de recuerdo libre es bien conocido el fenómeno denominado "*en la punta de*

la lengua". En definitiva, las pruebas de reconocimiento contienen un contexto verbal con pistas que resultan cruciales para la recuperación del conocimiento, de tal modo que puede afirmarse que "la distinción entre recordar y reconocer suele consistir en la cantidad de pistas disponibles" (Best, 2001, p. 132).

Se ha comprobado empíricamente que, en función de su expectativa del tipo de prueba de evaluación, el estudiante emplea diferentes modalidades de estudio o estrategias de aprendizaje, mostrando, por tanto, especial interés en conocer previamente el tipo de prueba. Es decir, la índole del proceso de recuperación previsto influye en las estrategias de estudio, poniendo de relieve las interacciones entre codificación y recuperación. Si lo esperado es una prueba amplia de recuerdo, como la composición escrita sobre un tema o cuestión específica, el aprendiz pone especial atención en discernir lo sustancial de lo secundario, la ordenación y secuencia de los contenidos, las síntesis, las formas expresivas, etc. Cuando la expectativa es una prueba de *reconocimiento*, como las mencionadas, el estudiante se concentra más en un proceso de análisis de las diferencias entre conceptos, discriminación de elementos, terminología específica, etc. En el aprendizaje inmediatamente precedente, los estudiantes utilizan, pues, distintas estrategias mentales, concordantes con las operaciones de recuperación, recuerdo o reconocimiento, tratando de lograr la pertinente concordancia o ajuste entre los procesos de codificación y recuperación, conforme a la interacción que se produce entre los mismos. (Kintsch, 1986).

En esta línea, se ha comprobado que el cambio del tipo de prueba prevista producía un descenso en los resultados obtenidos por los aprendices, aunque con efectos moderados. Las pruebas que requieren procesos de recuperación no concordantes con los procesos de aprendizaje afectan negativamente al rendimiento de los alumnos en las mismas. (Leonard y Whitten, 1983).

En un sentido más amplio, es bien conocida la influencia que ejerce sobre el aprendiz la índole de la evaluación escolar habitual, en lo concerniente al nivel de profundidad de procesamiento. Si la índole de la evaluación ordinaria requiere predominantemente una recuperación literal, reproductiva, mecánica, entonces los alumnos tienden a focalizar la atención en aspectos literales, con predominio de un tipo de aprendizaje superficial, repetitivo, mecánico, poco profundo.

9.3. Transferencia del aprendizaje: generalización y uso del conocimiento

Se produce transferencia cuando el resultado de la actividad *A* influye en la realización de la actividad *B*. Si lo aprendido en la primera actividad, favorece la segunda actividad, entonces se trata de un proceso de transferencia positiva. Por ejemplo, el conocimiento de las progresiones aritméticas, adquirido en el estudio del álgebra, facilita el aprendizaje de la aceleración constante en el estudio de la física y resolución de los problemas correspondientes. Por tanto, la transferencia o genera-

lización del conocimiento es un proceso básico en el ámbito del aprendizaje, pudiendo incluso confundirse con el mismo. Adviértase que la transferencia puede ser de un primer proceso de aprendizaje a un segundo proceso de aprendizaje, al que favorece, o de un proceso de aprendizaje al proceso de ejecución de una tarea, que el primero facilita.

Los naturales procesos de transferencia pueden ser favorecidos y mejorados mediante actividades intencionales, al objeto de que destrezas cognitivas y conocimientos adquiridos sean empleados en el aprendizaje de otros conocimientos y aplicados en la resolución de problemas o realización de determinadas tareas en la escuela, en el trabajo y en distintas situaciones de la vida. Por tanto, las intencionalidades educativas incluyen modos de aprendizaje y la adquisición de habilidades y estrategias tal que el conocimiento sea recuperado y transferido o generalizado a contextos nuevos, a situaciones variadas y cambiantes; siendo la capacidad de transferencia una característica esencial del aprendizaje cualitativamente valioso.

Una de las críticas más agudas a la educación actual, no sin fundamento, es la escasa capacidad de los estudiantes para transferir o aplicar lo aprendido en la escuela a las distintas situaciones y problemas de la vida corriente y al trabajo, e incluso de unas asignaturas a otras. Por consiguiente, es necesario un análisis psicológico y pedagógico de los factores y procesos que pueden obstruirla o facilitarla, a cuyo esclarecimiento los estudios cognitivos han contribuido de manera notable.

Repárese en que la transferencia implica alguna variación, entre la primera actividad y la segunda, ya que si fuesen absolutamente idénticas, entonces se trataría simplemente de la reiteración de la práctica a efectos de consolidación de un aprendizaje específico, como ocurriría al repetir la operación de dividir con el mismo dividendo y divisor. Sin embargo, la alteración mínima de algún dato, cambio de la situación o modificación del contexto del problema, entraña ya alguna forma de variación y, por tanto, la posibilidad de algún grado de transferencia del conocimiento previo a la nueva actividad o situación. Por consiguiente, la "transferencia es el grado en que la previa realización de una actividad (tarea de aprendizaje) afecta a la realización de una segunda actividad (tarea de transferencia) que varía en su semejanza con la tarea de aprendizaje. " (Kimball y Holyoak, 2000, p. 109).

La transferencia puede ser de distinto signo, amplitud y magnitud. La transferencia es positiva cuando, como en el ejemplo anteriormente mencionado, los conocimientos de álgebra facilitan la adquisición de conocimientos en física. Puede ser nula o transferencia cero, cuando una actividad no afecta a otra. También puede producirse el fenómeno de la transferencia negativa o interferencia, cuando el aprendizaje de *A* perjudica o perturba el aprendizaje de B o viceversa; sea por sus propias características intrínsecas, sea por pretender la aplicación de cierto esquema o procedimiento a un problema o tarea (B_1) que carece de similitud interna con el aprendizaje originario (A).

En cuanto a la *amplitud* o extensión de la influencia de una primera actividad en las subsiguientes, la transferencia puede ser *específica*, afectando selectivamente a cierto tipo de tareas, de un ámbito o dominio específico. Pero, puede ser una transferencia *genérica*, de tal modo que lo aprendido es susceptible de generalizarse a amplias áreas de conocimiento, implicando habilidades cognitivas generales y procesos de razonamiento inductivo y deductivo.

Respecto de la *magnitud* de la transferencia, un principio esencial es que cuanto mayor sea la similitud interna entre la actividad de aprendizaje *A* y la ulterior tarea o actividad *B*, mayor será la magnitud de la transferencia. Es decir, la transferencia, depende, en gran medida, de la similitud entre una y otra tarea, particularmente la transferencia específica. Los resultados de varias investigaciones han demostrado que la transferencia entre tareas es una función del grado en que comparten elementos cognitivos. (Singley y Anderson, 1989; Klahr y Carver, 1998).

El factor decisivo respecto de las posibilidades de transferencia es, pues, la captación de la interna *similitud* estructural entre una y otra tarea o actividad, siendo los componentes compartidos y sus relaciones la base de tal similitud. (Medin, Goldstone y Gentner, 1993; Medin, Ross y Markman, 2001).

Puesto que la transferencia depende de la pertinente aplicación de las destrezas, conceptos y esquemas cognitivos previamente adquiridos a actividades con las que comparte componentes estructurales, un importante factor es la adquisición o codificación de la información en términos de sus componentes estructurales, operantes en la transferencia, lo que requiere, a su vez, el *análisis* de tareas y análisis de contenidos en su estructura y componentes.

Por limitaciones en la experiencia y conocimiento científico previo o efectos del contexto, puede ocurrir que la similitud percibida por el aprendiz no se corresponda con la similitud real en la estructura profunda. Por ejemplo, a diferencia del experto en física, el aprendiz puede percibir semejanzas externas o superficiales en vez de las reales semejanzas y desemejanzas estructurales, internas, entre los problemas. En consecuencia, la posibilidad de transferir los procedimientos de resolución de *A* a la resolución de *B* resulta nula, con resultados negativos.

Un principio básico es que la transferencia positiva se incrementa en función del número de ejemplos proporcionados durante el aprendizaje, así como de su variabilidad y representatividad. En lo concerniente a la *ordenación* de los ejemplos, resulta efectivo comenzar con la presentación de aquellos de poca variabilidad, dentro de una clase o categoría. Mediante un aprendizaje implícito, los aprendices logran una buena representación en la memoria de los ejemplos centrales o prototípicos de una clase o categoría.

La progresiva variación de las características superficiales de los ejemplos que representan una clase o categoría hace posible que el aprendiz descubra componentes compartidos, características comunes y una estructura interna subyacente, per-

mitiéndole determinar la pertenencia de los sucesivos ejemplos o problemas a tal clase o categoría. Ejemplos variados hacen posible, pues, que el aprendiz descubra y reconozca componentes estructurales y la subyacente semejanza profunda, elaborando el esquema mental, abstracto, generalizable a ejemplos o problemas nuevos de la misma categoría, sobre la base de sus componentes estructurales compartidos y relaciones relevantes para la meta o solución del problema (Bassok y Holyoak, 1989; Bassok, 1990).

Después, se requiere la presentación de ejemplos de mayor variabilidad, con la explícita elaboración de reglas más amplias y esquemas más abstractos, reduciendo la probabilidad de que el aprendiz aplique indebidamente una restringida regla anteriormente inducida y realice generalizaciones improcedentes. (Elio y Anderson, 1984).

Por tanto, problemas análogos de fuentes múltiples, incrementan la probabilidad de que el aprendiz reconozca las semejanzas estructurales profundas, elabore esquemas más abstractos y generalizables a categorías de nivel superior y abstraiga principios y reglas más amplias y precisas y (Gick y Holyoak, 1983; Ross y Kennedy, 1990).

Cuando las actividades o problemas difieren notablemente en sus características externas o superficiales, resulta más difícil inducir los principios o reglas a partir de los ejemplos, por lo que se requiere además una *enseñanza directa*, explícita, de reglas abstractas; siendo, por tanto, ejemplos y reglas igualmente necesarias para la transferencia. Al prestar atención a los componentes y estructura interna, el aprendiz toma conciencia de que los ejemplos muestran cómo un concepto abstracto o esquema cognitivo puede concretarse. Los ejemplos iniciales constituyen la base del proceso, mientras que los subsiguientes son confirmativos de las posibilidades de generalización y aplicación a distintas situaciones.

La transferencia depende de la memoria a largo plazo, por cuanto que comporta un proceso de recuperación y uso de habilidades y conocimientos previamente adquiridos. Si el aprendiz no ha alcanzado el adecuado nivel de domino en la adición de números naturales, entonces la probabilidad de transferencia a la adición de fracciones es escasa o nula; así como un escaso dominio de las progresiones aritméticas favorecerá escasamente el estudio de la aceleración constante en el aprendizaje de la física. Por tanto, la probabilidad de transferencia positiva depende del nivel de conocimiento genérico en el área o dominio específico, que puede serlo a diferentes grados de abstracción.

La probabilidad de transferencia se incrementa, pues, en la medida en que el aprendiz elabora esquemas y reglas abstractas generalizables, bien aprendidas, basadas en un conjunto de ejemplos suficientemente variados que permitan abstraer los componentes estructurales comunes y distinguirlos de las diferencias superficiales o irrelevantes. El nivel de dominio alcanzado no se corresponde con la cantidad de

práctica o ejercicios repetitivos realizados, sino con la calidad del aprendizaje significativo integrado en las estructuras cognitivas.

Un tipo de aprendizaje asociativo de elementos meramente yuxtapuestos o encadenados, basado en la reproducción de secuencias de palabras o frases, alberga escasa o nula posibilidad de transferencia. Las posibilidades de transferencia radican en un tipo de aprendizaje significativo que implica comprensión de la estructura interna, integración de componentes en una organización o lógica interna, con procesos de reestructuración cognitiva y elaboración de esquemas cognitivos. Esta forma de aprendizaje contiene, pues, las condiciones óptimas para la generalización del conocimiento así adquirido. Como señala J. I. Pozo, "No todas las formas de aprendizaje facilitan por igual la transferencia. En general, cuanto más rutinario es un aprendizaje, más rutinariamente se usará luego lo aprendido" Pozo, 2003, p.80

Lo que hace posible la generalización de competencias y conocimientos a situaciones variadas, contextos múltiples y tareas cambiantes, a veces imprevisibles, es un aprendizaje funcional y significativo que incorpora abundantes ejemplos y situaciones concretas, atendiendo a los componentes relevantes y estructura profunda, con procesos inductivos, deductivos y de analogía e implicándose el aprendiz en actividades de índole individual y social.

El enfoque denominado "*aprendizaje situado*" ha destacado la vinculación del conocimiento al contexto, en su adquisición y aplicación. En esta concepción de la *cognición situada*, se destaca la escasa correspondencia entre las típicas situaciones escolares de aprendizaje y las situaciones del mundo real en que las tareas se realizan, como, por ejemplo, en las situaciones de trabajo. Asimismo, ha puesto de relieve las virtualidades del aprendizaje compartido, de índole social, en actividades cooperativas. (Greeno, Smith y Moore, 1992, Greeno, 1997).

Si el conocimiento es específico de la propia situación en que se adquiere, esta dependencia del contexto puede limitar las posibilidades de que el conocimiento adquirido en las situaciones escolares sea transferible o generalizable a las diversas situaciones del mundo real. Algunas investigaciones naturalistas mostraron, por ejemplo, que los algoritmos de cálculo aritmético aprendidos en la escuela no se correspondían con los empleados por las personas en las operaciones comerciales cotidianas.

Los resultados de estudios recientes muestran que, en algunos casos, la transferencia es escasa o nula; mientras que en otros es notable la magnitud de la misma, puesto que muchas competencias y saberes son transferidos a múltiples y variadas situaciones, como ocurre, por ejemplo, con la capacidad de lectura.

La aserción de que el conocimiento es dependiente del contexto, con limitadas posibilidades de transferencia a situaciones o contextos diferentes al de adquisición original, implicaría que cada cosa habría de ser específicamente aprendida, en las innumerables situaciones específicas del mundo real. (Anderson, Reder y Simon, 2000).

El intenso y prolongado debate, al respecto, entre Greeno y Anderson, finalizado con ciertas convergencias, indica una tendencia a integrar los planteamientos de la cognición situada y la teoría cognitiva del procesamiento de la información, que puede resultar fecunda para el esclarecimiento de conceptos y efectividad de la práctica (Anderson, Greeno, Reder y Simon, 2000).

Como se expuso precedentemente, la recuperación del conocimiento resulta más fácil cuando el contexto de recuperación coincide con el contexto específico de su codificación o adquisición; aunque sin que resulte imposible en un contexto diferente. El modo en que el material ha sido aprendido influye en el grado de dependencia del particular contexto del aprendizaje, estando más ligado al mismo cuando el conocimiento ha sido adquirido justamente en un contexto único. Pero, la probabilidad de transferencia a distintas situaciones se incrementa de forma notoria en la medida en que las actividades de aprendizaje incluyen abundantes y variados ejemplos, situaciones diferentes y contextos diversos, incluyendo el desarrollo de las correspondientes destrezas cognitivas mediante la práctica deliberada, como objetivo básico del aprendizaje. (Eich, 1985; Bjork y Richardson-Klavehn, 1989).

En resumen, el nivel de transferencia y posibilidades de generalización del conocimiento a distintas actividades, situaciones o contextos depende principalmente de la variedad de los casos, ejemplos o problemas planteados, de los elementos cognitivos o componentes simbólicos que comparten las tareas, de la atención prestada a los más relevantes en el aprendizaje y aplicación, del grado de dominio alcanzado en la tarea original y las estrategias empleadas.

9.4. Limitaciones en la recuperación: olvido y distorsiones de la memoria

La memoria humana a largo plazo es de una enorme capacidad, tanto por la amplitud de sus contenidos, como por la prolongada duración del tiempo en que los retiene y mantiene disponibles para su recuperación y utilización en los distintos procesos cognitivos. Pero, aunque es habitual su fidelidad; también es falible.

Ciertas limitaciones de diversa índole afectan a la memoria, que pueden tener importantes consecuencias en el orden escolar y extraescolar, individual y social. Con el paso del tiempo la retención y recuerdo de determinados hechos o representaciones mentales puede debilitarse y perderse, dando lugar al *olvido* o imposibilidad de recuperación, comportando lagunas o vacíos en el conocimiento conceptual y episódico. También pueden producirse ciertas anomalías o *distorsiones* en la memoria de modo que determinados hechos o conceptos se recuerdan de forma diferente e incluso se evocan acontecimientos que nunca sucedieron, sin que el sujeto sea consciente de ello. El aprendiz puede olvidar cuál es la capital de Filipinas, la raíz cuadrada de cien o los componentes de la cena del día anterior; pero, también puede dar unas respuestas imprecisas o erróneas, creyendo que son acertadas o correctas.

El ***olvido*** es la imposibilidad de recuperar cierta información en un momento dado, sin que sea posible acceder a la misma cuando se necesita, considerándose como un fracaso en los procesos del sistema de la memoria. Tulving estableció una importante distinción entre *disponibilidad* de la información en la memoria y *accesibilidad* a la misma en un momento o situación determinada. La huella puede no estar ya disponible, por haberse desvanecido en el sistema de la memoria. Pero, también puede ocurrir que ciertos conocimientos estén *disponibles* en la memoria, aunque no resulten *accesibles* mediante las pistas actuales. Así, cierta información no puede recordarse en determinado momento; pero, se recuerda en un momento posterior. Es decir, aunque algo no pueda recuperarse en un momento dado, ello no asegura que se haya perdido totalmente. (Tulving, 1983).

Un caso típico es el bien conocido fenómeno de "tenerlo en la punta de la lengua", expresión empleada en el ámbito escolar o fuera del mismo, con idéntica formulación en distintas lenguas: *Sulla punta della lingua* (ital.); *Sur la bout de la langue* (fran.) *Tip on the tongue* (ingl.) *Auf der Zungenspitre* (alem.).

Por otra parte, una prueba de la disponibilidad o persistencia de las adquisiciones en la memoria permanente se manifiesta en el hecho de que, aunque aparentemente olvidado, resulta más fácil *reaprender* aquello que ya había sido aprendido previamente, como puso de relieve el alemán Ebbinghaus hace ya más de un siglo, a lo que denominó ahorros.

Según la *teoría de los niveles de procesamiento*, la duración y calidad del recuerdo depende, en general, de los procesos de adquisición o codificación, de tal manera que la probabilidad de *olvido* es tanto menor cuanto mayor haya sido el nivel de profundidad en el procesamiento del estímulo. Profundidad se entiende en el orden semántico, significativo o conceptual; pudiendo deberse el olvido rápido a un procesamiento superficial, en el orden sensorial, auditivo o visual.

Explicaciones más específicas son las representadas por la teoría de debilitamiento de la huella y la teoría de la interferencia. Según la *teoría del debilitamiento de la huella*, cuando transcurren largos períodos de tiempo sin que determinados conocimientos sean activados, la huella tiende a desvanecerse, con dificultades crecientes en la recuperación y aumento de la probabilidad del olvido. (Baddeley, 1999).

La *teoría de la interferencia* explica el olvido, más que por el desvanecimiento de la huella, por el simple transcurso del tiempo, por los efectos de lo ocurrido en la memoria durante ese tiempo. Por consiguiente, la dificultad o fracaso en el recuerdo o reconocimiento se explica por la transferencia negativa o *interferencia* ejercida por lo anteriormente aprendido o por los efectos retroactivos de lo posteriormente aprendido. (Roediger y McDermott, 2000).

La *interferencia proactiva* o interferencia hacia adelante, se produce cuanto lo ya aprendido opera dificultando el normal procesamiento de un nuevo estímulo

entrante. Es decir, lo anteriormente aprendido puede obstruir o inhibir un posterior tipo de aprendizaje y su retención.

La *interferencia retroactiva* o interferencia hacia atrás se produce cuando el aprendizaje de algo nuevo interfiere retroactivamente con lo previamente aprendido, perturbando el conocimiento ya existente en la memoria. Por consiguiente, determinadas confusiones o perturbaciones en el recuerdo son efectos de interferencias activas.

Por ejemplo, para un español que estudia italiano su buen dominio ortográfico de la palabra "caballo", opera retroactivamente dificultando el aprendizaje de la palabra "cavallo" (pronun: *caval-lo*). Pero, consolidado el dominio de la palabra italiana, ésta puede operar retroactivamente produciendo errores en la escritura de la palabra española, así como dificultades en la pronunciación y ortografía, en una y otra dirección.

Más perturbador que el olvido, en sí mismo (*omisión*) resultan las denominadas ***distorsiones*** de la memoria, consistentes en falsos recuerdos, imprecisiones o errores cometidos (*comisión*), sin que el sujeto tenga conciencia de los mismos. (Koriat y otros, 2000).

El olvido —así como las distorsiones en el recuerdo— más que como un fenómeno meramente pasivo se explican en función de la propia naturaleza activa del sistema cognitivo, como ya sugerían las descripciones y ejemplos precedentes. Cabe igualmente resaltar que las disfuncionalidades se producen bien en el proceso de codificación y almacenamiento de la información, incluidos los efectos contextuales, bien en el proceso de búsqueda y recuperación, incluida la índole de las pistas o indicios y las estrategias mentales empleadas.

Los *esquemas* cognitivos, resultantes del desarrollo psicogenético y del aprendizaje, tienen una función sustancial en los procesos cognitivos de codificación y recuperación, operando en la adquisición del conocimiento nuevo y en su recuperación ulterior. Los *esquemas* cognitivos constituyen estructuras mentales que desempeñan una función sustancial en la percepción, en los procesos de la memoria y el aprendizaje en general. Pero, pueden contribuir también a ciertas distorsiones en el resultado de los procesos de la memoria.

Con anterioridad ya se expuso la índole activa y constructiva de la percepción y, en general, el activo proceso de codificación, adquisición o elaboración de las representaciones mentales y construcción del significado. Cabe ahora considerar una característica de la memoria humana: su carácter constructivo o reconstructivo. Esto es, el caracter reconstructivo que alberga el proceso de recuperación.

En su ya clásico estudio sobre compresión y recuerdo del contenido de textos, el británico Bartlett, (*Remembering,* 1932) puso de manifiesto el carácter *constructivo* de la codificación y la índole *re-constructiva* de la recuperación, guiados ambos procesos por *esquemas mentales.* En la misma dirección avanzaron las inves-

tigaciones de Piaget sobre la génesis y evolución de los esquemas en los sucesivos estadios del desarrollo cognitivo, así como los estudios de Vigotsky, constituyendo actualmente uno de los pilares de paradigma cognitivo.

Uno de los experimentos de Bartlett consistía en la lectura, por sujetos británicos, de un cuento popular típico de los indios norteamericanos titulado *"La guerra de los fantasmas"*.

> Una noche dos jóvenes de Egulac bajaron al rió a cazar focas. Mientras estaban allí, el río se cubrió de niebla. Oyeron gritos de guerra y pensaron: "Quizás haya una fiesta guerrera". Corrieron hacia la orilla y se ocultaron detrás de un árbol.
>
> Aparecieron canoas subiendo por río, oyeron el ruido de los remos y vieron que una canoa se acercaba a donde se hallaban. Había cinco en ella cinco hombres que dijeron: "¿Qué os parece? Nos gustaría que vinieseis con nosotros. Vamos rió arriba a guerrear". Uno de los jóvenes dijo: "No tengo flechas". "Hay flechas en la canoa", le contestaron. "No quiero ir, puedo morir. Mis padres no sabrán donde estoy". "Pero, tu puedes ir con ellos", dijo volviéndose hacia su compañero.
>
> Así, uno de los jóvenes se marchó con ellos; pero, el otro volvió a casa.
>
> Los guerreros subieron rió arriba hasta llegar a un pueblo al otro lado de Kalama. La gente bajó al rió y comenzaron a luchar y muchos murieron.
>
> Pero, pronto el joven oyó decir a uno de los guerreros: "Deprisa, volvamos a casa, han herido a ese indio". No se sentía mal; aunque dijeran que le habían disparado. Entonces pensó: "¡Oh! Son fantasmas".
>
> Así que las canoas regresaron a Egulac y el joven volvió a su casa y encendió un fuego. Después les contó a todos lo que había ocurrido y dijo: "Sabed que acompañé a los fantasmas y fuimos a luchar. Muchos compañeros murieron y también muchos de los que nos atacaron. Dijeron que me habían herido, pero no me siento enfermo". Les contó todo y se quedó en silencio. Cuando salio el Sol cayó al suelo. De la boca le salía algo negro. Se le contrajo la cara. La gente se levantó de un salto y gritaba. Había muerto.

En las pruebas de recuerdo, los sujetos reproducían el tema general, pero omitiendo ciertos elementos concretos o detalles y añadiendo otros distintos, aunque congruentes con el relato. Repárese en ello. La recuperación —de índole reconstructiva— reflejaba, en general, lo que constaba en el relato, así como conocimiento previo (esquemas) de los sujetos, británicos. Se producían tres tipos de alteraciones. El primer lugar, un aplanamiento (nivelación) como versión resumida del relato, con omisión de detalles, como nombres propios, número de tripulantes de la canoa y términos o conceptos no habituales para los lectores británicos. En segundo lugar, se producía la inclusión de algunos detalles que no figuraban en el relato, como la mención de que uno de los dos jóvenes indios había sido herido con una flecha, cuando no se describían las armas empleadas; la alusión a los guerreros

heridos, cuando en el relato sólo se hacia referencia a muertos y ciertas inferencias a partir de los hechos narrados y del conocimiento general o esquema mental sobre las luchas entre indios. Por último, se producía una alteración de ciertos detalles, como que los jóvenes indios habían ido a pescar, en vez de a cazar focas o sustituyendo canoa por bote, que entrañaba la asimilación de los hechos dentro de un esquema normalizado conforme a las preconcepciones y expectativas, propias de los sujetos de cultura británica, poniendo de manifiesto la función de los propios esquemas mentales en la recuperación.

Con el transcurso del tiempo se iba reduciendo cuantitativamente el contenido e incrementándose cualitativamente las alteraciones o imprecisiones, alejándose sucesivamente del relato original. Los resultados indicaban, pues, que la recuperación implicaba un proceso de *reconstrucción* del relato original, en el que operaban elementos informativos contenidos en el mismo, así como el conocimiento general previo y esquemas mentales de los sujetos, inherentes a la cultura británica.

De los estudios de Bartlett se desprende, pues, que, en la *búsqueda del significado*, el relato se interpreta o reinterpreta a la luz del propios esquemas cognitivos, introduciéndose una nueva forma de organización, que el psicólogo británico considera como un proceso de *racionalización*. Por tanto, lo adquirido no se aprende de modo literal, ni se reproduce de ese modo.

Conforme al enfoque constructivista de Frederic Bartlett, en el proceso de codificación o adquisición la nueva información se combina e integra en el conocimiento previo, desempeñando los esquemas mentales una función sustancial. También el proceso de recuperación o recuerdo es guiado o influido por esquemas cuan estructuras cognitivas representacionales (procesamiento de arriba-abajo).

Aunque dichas estructuras cognitivas, que intervienen en los procesos de adquisición y recuperación de la información, son esenciales en un aprendizaje efectivo; sin embargo, pueden, a veces, contribuir a determinadas alteraciones o distorsiones en el recuerdo.

Por tanto, en el activo proceso constructivo de la codificación y en el activo proceso reconstructivo de recuperación de lo largamente retenido se encuentra una buena parte de la explicación de ciertos errores, falsos recuerdos o distorsiones de la memoria humana. Por supuesto, lo anterior no puede interpretarse como que el funcionamiento de la memoria humana sea una permanente fuente de distorsiones, ni confundirla con la imaginación creadora o la fantasía. Los hallazgos básicos del estudio de Bartlett han sido confirmados en investigaciones con diseños experimentales y procedimientos de análisis de datos de notable rigor científico. (Bergman y Roediger, 1999).

Un principio general es que el conocimiento general puede influir decisivamente en la recuperación de episodios o acontecimientos específicos, en virtud de las interacciones entre memoria semántica y memoria episódica. Es decir, el

conocimiento general del mundo interviene en el recuerdo de acontecimientos o episodios personales.

Por otra parte, varias investigaciones experimentales de laboratorio y naturalistas, fuera del mismo, han mostrado reiteradamente la incidencia en las distorsiones de la memoria de los efectos de las interconexiones o *relaciones* entre elementos, así como los efectos de las *imágenes* y de ciertos factores *sociales.* (Roediger y McDermott, 2000).

La vinculación o *relaciones* entre series de elementos es un factor bien estudiado en cuanto a sus efectos en los errores o confusiones en los procesos de la memoria. Si el aprendiz posee experiencias o conocimiento de que ciertos elementos están estrechamente relacionados, propende a incluir en el recuerdo elementos vinculados a hechos o sucesos, aunque originalmente no estaban realmente presentes. Por ejemplo, Roediger y McDermott (1995) presentaron series de 15 palabras *(cama, descansar, despertar, etc.*) intensamente asociadas a una palabra crítica; aunque ésta no fue presentada. Pues bien, los sujetos reconocían o recordaban falsamente haber visto tal palabra [*sueño*] cuando realmente no figuraba entre las presentadas. Por tanto, constituyen factores de distorsiones en la memoria las complejas redes de interconexiones o asociaciones entre elementos similares, imágenes, hechos, objetos, palabras y relaciones conceptuales en el ámbito de clases o categorías. Con el diseño experimental Deese-Roediger-McDermott, se ha confirmado reiteradamente estos hallazgos.

Para Ruiz-Vargas (2002), la explicación más plausible es la teoría de la activación-monitorización. Según ésta, la presencia de un elemento produce una *activación* que se propaga en la red de elementos asociados. Ello se combina con ciertas deficiencias en la monitorización, control o diferenciación de las propias experiencias mentales en cuanto a su origen perceptivo, externo, o bien su origen interno.

Un factor relevante en la génesis de ciertas distorsiones de la memoria deviene de deficiencias en la denominada "*monitorización*" o *control de la fuente* de información, como proceso por el que se controla dónde, cuándo y cómo se adquirió determinada información. Es el proceso normal de control que permite discriminar el origen de los recuerdos y distinguir los reales de los falsos o ilusorios. En caso contrario, la persona no distingue entre lo que realmente percibió, le contaron, vio en la televisión o leyó en una novela. Es decir, este control mnemónico de la fuente de información, su origen externo o interno, permite distinguir entre la realidad y la fantasía. (Mitchell y Johnson, 2000).

Ha sido reiteradamente probado que las *imágenes* surten efectos que favorecen la retención y el recuerdo. Éste mejora si el aprendiz construye imágenes visuales respecto de palabras, enunciados o hechos que pretende retener. En ello se basan ciertas mnemotecnias utilizadas para mejorar el rendimiento de la memoria. Sin embargo, también el sujeto puede imaginar hechos que realmente nunca sucedieron, constituyendo falsos recuerdos. En esta línea, un estudio de Goff y Roediger (1998) contenía órdenes del tipo utilizado en los estudios sobre recuerdo de acciones, como

las siguientes: *empuja el coche de juguete; rompe el palillo, etc*. En la primera condición los participantes simplemente escuchaban las expresiones verbales. En la segunda condición, ejecutaban las acciones indicadas. Por último, en la tercera condición imaginaban la realización de las acciones. Los resultados de la prueba, realizada dos semanas después, mostraron la denominada *inflación de imagen*, ya que los sujetos identificaban como acciones realizadas las que únicamente habían sido imaginadas, La probabilidad aumentaba en la misma medida en que más veces habían imaginado su realización, juzgándolas falsamente como realizadas.

En varias investigaciones, con diversos diseños experimentales, se ha comprobado que cuando los sujetos, niños y adultos, imaginaban vívidamente determinados hechos, más probable era su estimación posterior como realmente ocurridos, reflejando un recuerdo ilusorio. (Garry, Manning, Loftus y Sherman, 1996; Hyman y Pentland, 1996; Heaps y Nash, 1999).

Asimismo, el aprendiz percibe implicaciones y realiza *inferencias* improcedentes que luego se incorporan al recuerdo como si fuesen elementos explícitamente presentes en el origen. Con la prolongación del tiempo de retención, aumenta la probabilidad de que el sujeto crea que percibió determinados elementos o propiedades cuando realmente son resultado de sus propias inferencias o suposiciones.

Un principio general de la *recuperación* es que la activación de un conocimiento disponible en la memoria, tiende a recuperarse con mayor facilidad, en relación directamente proporcional al repaso elaborativo y la práctica. Pero, también ocurre que, si lo recuperado fuese un falso recuerdo, puede producirse una propensión a la ulterior recuperación del mismo, siendo sucesivamente reforzado o consolidado, constituyendo la causa de ulteriores distorsiones en la memoria. La recuperación del falso recuerdo de hechos que no han ocurrido incrementa la probabilidad de que sean recuperados como realmente sucedidos. Más concretamente, si en un momento dado se recupera una palabra con inclusión de un error ortográfico, la próxima vez propenderá a recuperarse y escribirse erróneamente, terminando por consolidarse mediante la práctica sucesiva. En consecuencia, su corrección requerirá una intervención didáctica más intensa.

Asimismo, el tipo de *preguntas* que estimulan o concurren en el proceso de recuperación pueden producir sugestiones, con distorsiones de la memoria, alterando los recuerdos, Por ejemplo, en un experimento, varios grupos de sujetos vieron el mismo vídeo sobre un accidente de tráfico en que estaban involucrados dos coches. Posteriormente se preguntaba a los sujetos sobre "la velocidad a iban los coches", variando el verbo empleado: ¿A qué velocidad *contactaron, chocaron, colisionaron, embistieron?* (*Inglés: contact, hit, bump, collid, smash*). Pues bien, tales variaciones de la pregunta determinaban notables variaciones en la estimación de la velocidad, desde los 50 hasta los 65 km/h, que constituyen diferencias decisivas en la testificación judicial, si el límite de velocidad es de 50 km/h. (Loftus y Palmer, 1974).

Análogamente, tras la presentación de un vídeo, los participantes respondían a ciertas preguntas del experimentador respecto de determinados hechos, aspectos o detalles. Una semana después manifestaban recordar elementos que realmente habían sido generados o "fabricados", a tenor de aquellas preguntas del experimentador, como si realmente hubiesen aparecido en el vídeo. Los niños tendían a cometer estos errores con más frecuencia que los jóvenes. (Ackil y Zaragoza, 1998).

Los datos disponibles, respecto de la influencia de factores sociales en los falsos recuerdos, indican los efectos ejercidos por el crédito de la fuente, la respuesta precedente de otra persona, la conformidad o consenso dentro del grupo y la presión social. (Schneider y Watkins, 1996; Betz y otros, 1996; Underwood y Pezdek, 1998).

El fenómeno de las inexactitudes, confusiones, alteraciones, sesgos diversos, errores, falsos recuerdos o distorsiones de la memoria tiene notables consecuencias en el ámbito escolar o académico y considerables repercusiones en la vida social, particularmente en el ámbito jurídico, como ocurre en las declaraciones de testigos oculares, el testimonio de los niños o la supuesta recuperación de lejanos recuerdos sobre abusos sexuales. Como cualquier persona, el testigo tienen una memoria falible y frecuentemente su testimonio se produce en unas condiciones propensas a errores o confusiones debidas, entre otras causas, al prolongado intervalo de tiempo transcurrido desde el suceso y los innumerables hechos ocurridos en ese intervalo, con los efectos de interferencia, a lo que se añade la frecuente repetición del relato, a veces, con tácitos requerimientos de ir más allá de lo que puede recordar. (Loftus y Ketcham, 1991; Loftus, 2000).

Por otra parte, los datos disponibles respecto a la fiabilidad del testimonio de los niños indican que sus recuerdos son menos detallados que los recuerdos de los adultos y aquellos son más sugestionables por las preguntas y otras formas de persuasión, resultando más propensos a ciertas formas de distorsiones de la memoria. (Ceci y Bruck, 1995).

Más complejos son los casos en que una persona adulta supuestamente rescata de la memoria haber sufrido abuso sexual durante su infancia, involucrando a personas muy cercanas en aquella ya muy lejana etapa. La recuperación de tales recuerdos surge, a veces, en el contexto de un proceso psicoterapéutico, en que se utilizan técnicas de evocación de recuerdos, con la incorporación de imágenes, inferencias y presuposiciones, a lo que se añade la influencia social por la gran difusión informativa de relatos análogos. (Lindsay y Read, 1994; Loftus, 2000; Davies y Dalgleish, 2001).

Por consiguiente, en las situaciones mencionadas y otros casos análogos han de considerarse las posibles distorsiones en la memoria y recuperación de falsos recuerdos, conforme a las causas, factores y procesos precedentemente expuestos, diferentes del simple olvido.

10. APRENDIZAJE Y REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO

10.1. Categorías y conceptos en el pensamiento y el aprendizaje

A partir del nacimiento las personas reciben constantemente múltiples y variados estímulos del mundo físico y social en que viven. Pero, su mera acumulación plural y desordenada situaría al ser humano perdido en el mar de estímulos diversos, sin posibilidad de dar sentido a la propia experiencia y utilizarla eficientemente en la elaboración de nuevos conocimientos y la regulación de la acción. Por consiguiente, la estructuración e integración de las representaciones mentales requiere operaciones de reducción, contracción o subsunción de unos conocimientos en otros.

En efecto, es posible descubrir propiedades o atributos, externos e internos, comunes a grandes conjuntos de seres, cosas, hechos, estados o acciones y sus relaciones que, en ciertos aspectos, los hace semejantes y susceptibles de ser tratados como equivalentes, permitiendo agruparlos en clases o categorías.

Un extenso y variado conjunto de seres naturales como gorriones, mirlos, pingüinos, abubillas, vencejos, loros, lechuzas, águilas, palomas, perdices, grullas, gaviotas, patos, cigüeñas, pelícanos, albatros y avestruces son tratados como equivalentes en virtud de las características comunes o atributos compartidos, incluida la de ser afectadas por el virus H5N1 (gripe aviar). Prescindiendo de ciertos aspectos o particularidades, las más de 8.000 especies de aves conocidas se agrupan formando una *categoría*, representada mentalmente por el concepto "ave" y expresada verbalmente con la palabra *ave*.

Un enorme conjunto de seres naturales van desde la sardina, la anguila, la merluza y el lenguado (esqueleto óseo:*teleóstomos*) con más de 20.000 especies conocidas; hasta el cazón, la raya y el tiburón (esqueleto cartilaginoso: *elasmobranquios*) con unas 500 especies. Pues, se pueden abstraerse sus atributos, propiedades o características comunes, que los hacen semejantes entre sí, formando la categoría *peces* representada mentalmente por un *concepto* y denotada con una misma *palabra*.

Asimismo, innumerables conjunto de objetos o artefactos construidos por el ser humano, como el formado por mesas de madera, mesas de cristal o mesas de mármol, rectangulares o redondas, grandes o pequeñas, todas las existentes en el mundo, *pertenecen a* o *son miembros de* la misma *categoría*, representada mentalmente con el mismo *concepto* "mesa" y denotadas con la misma palabra: *mesa*.

Para que los innumerables estímulos informativos no resulten agobiantes, carentes de significado y cognitivamente intratables se realizan, entre otras, las operaciones de *agrupación* y *clasificación* mental formando *categorías* de seres o cosas. Una categoría es, pues, una *clase* de seres, como la categoría aves, la categoría peces o la categoría mesas.

También las *acciones*, como pintar al óleo, al pastel o la acuarela; jugar al balonmano, al tenis o al parchís, son miembros de las respectivas categorías de *pintar* o *jugar*. Aunque cada acción de pintar al óleo o de jugar al tenis nunca se realice exactamente de la misma manera; se identifican como pertenecientes a la misma categoría.

Por tanto, sobre la base de sus propiedades o atributos comunes, la integración de amplias variedades de seres similares en una categoría representada por un concepto, simbolizado generalmente por una palabra, reduce considerablemente la sobrecarga de la memoria semántica e implica una organización mental de elementos relacionados. Se trata, pues, de una reducción o contracción de elementos singulares a *categorías*, representadas por *conceptos*, como contenidos sustanciales de la memoria semántica, cuyas combinaciones posibilitan los diversos, complejos y profundos procesos cognitivos que el ser humano es capaz de realizar. (Medin y Heit, 1999).

Son innumerables las categorías posibles: aves, insectos, árboles, ríos, nubes, coches, muebles, juegos, emociones, triángulos, enfermedades, frutas tropicales, tenedores de bonos bancarios, etc. según las entidades y los aspectos de las mismas que se tomen en consideración; pero, menos numerosas que las cosas mismas existentes en el mundo. Generalmente se utilizan nombres para categorías de seres naturales o artefactos: pájaro, abuelo, coche, ordenador, etc. y verbos para categorías de acciones: lavar, jugar o pintar. Pero, combinando palabras se denotan numerosas categorías significativas: *pájaros cantores, armas de fuego, frutas tropicales, novelas realistas, documentales sobre viajes por la selva amazónica, personas intolerantes con las creencias ajenas, etc.*

Cuando se percibe un cuerpo, cubierto de pelo, con cuatro patas, que corre, mueve la cola y ladra, se *categoriza* como “perro”, sea un galgo, un podenco o un foxterrier. Si se percibe un cuerpo, de menor tamaño, también con cuatro patas y cubierto de pelo, cuya tupida cola se curva hacia arriba, trepa a un árbol y roe una piña, entonces se *categoriza* como ”ardilla”. Naturalmente, en ambos casos interviene el conocimiento previo disponible en la memoria.

A partir de la percepción de la figura y características relevantes, el estímulo es identificado determinando qué clase de cosa es, a qué categoría pertenece, entre el gran número y diversidad de categorías posibles. Aunque ningún pájaro sea exactamente igual a otro, es percibido como perteneciente a la correspondiente categoría, prescindiendo de los detalles o particularidades de este gorrión o de aquel mirlo (color de las plumas, curvatura del pico, índole del canto, movimientos de las alas, tamaño, etc.).

Si al anochecer, una persona percibe el movimiento de algo entre los arbustos, enfocará la atención a tal estímulo. A partir de la percepción de la figura y rasgos relevantes del mismo lo identificará, categorizándolo como un conejo, un tejón

o un gato. Categorizarlo como *gato*, equivale a adscribirle las características o atributos de esta categoría: *animal, vertebrado, mamífero, cuerpo cubierto de pelo, rabo, uñas puntiagudas, capacidad trepadora, cazador de ratones, etc.* Que un objeto sea miembro de una categoría supone vincular al mismo la pertinente información disponible en la memoria sobre esa categoría de entidades. La inclusión de algo como miembro de una categoría implica, pues, asignarle características, atributos o propiedades de la misma, confiriéndole significado.

El procesamiento de la información en el nivel de las categorías implica dilucidar qué clase de cosa es el objeto, a qué categoría pertenece. El sistema de categorías como sistema de significados supone que determinar la pertenencia de algo a una categoría equivale a atribuirle significado y comprender lo que el objeto es. La *categorización* es, pues, un proceso mediante el cual el objeto se encuadra dentro de una clase o categoría, implicando atribución de significado. El procesamiento de la información sobre los atributos o propiedades funcionales de los objetos concierne al procesamiento a nivel del significado y comprensión. (Fez. Trespalacios, 2004).

En definitiva, el aprendiz emplea las categorías y conceptos que las representan cuando opera cognitivamente respecto de animales, minerales, naciones, novelas, enfermedades o emociones. La categorización constituye una función sustantiva en los procesos de la percepción y la memoria, el lenguaje y el razonamiento, el pensamiento y la acción, la construcción del conocimiento y el aprendizaje en general. Sin la posibilidad de categorizar, el aprendiz sería incapaz de identificar seres y hechos, de dar sentido a las propias experiencias, de entender el mundo físico y social, de realizar inferencias y predicciones y de regular las propias acciones.

La semejanza entre gorriones, búhos, grullas y patos se funda en el hecho de que tienen específicos atributos o propiedades comunes: seres vivientes, vertebrados, con huesos huecos, cuerpo cubierto de plumas, ponen huevos, etc. Un ornitólogo o experto en este campo diría que las aves son vertebrados amniotas, con temperatura constante, respiración pulmonar, fecundación interna y las extremidades anteriores transformadas en alas. La similitud o *semejanza* se describe generalmente en términos de *atributos o propiedades* compartidas.

Las teorías sobre la estructura de las categorías de objetos naturales asumen que los seres *similares* tienden a ser miembros de la misma categoría y los disímiles a categorías diferentes. Aunque coinciden en que las categorías y conceptos que las representan se estructuran en términos de atributos o propiedades compartidas; sin embargo, difieren respecto de los principios a que obedece tal estructura. (Mayor, 1986).

La semejanza existente entre las aves es superior a la existente entre estas y las ardillas o las piñas que se ven en lo alto de los árboles. Pero, al ascender a más genéricos o abstractos niveles supraordenados de categorización, también las ardillas comparten algunas propiedades con las aves: vertebrado, animal, ser viviente. Pero,

ya en la cúspide, las aves, las ardillas y las piñas tienen en común la propiedad de existir, como entes reales.

Los contenidos del conocimiento general disponibles en la memoria semántica se enriquecen y organizan en virtud de los procesos elaborativos implicados en la categorización y conceptuación. Por tanto, en un océano de cosas distintas del entorno y experiencias siempre nuevas, es posible reconócelas, identificarlas y categorizarlas empleando el conocimiento precedente.

Aunque frecuentemente los términos *categoría* y *concepto* han sido utilizados como sinónimos, lo más apropiado es emplear el término *categoría* para referirse a un conjunto de entidades; mientras que el término *concepto* se refiere a su *representación mental*. Cada uno de los elementos o miembros de la categoría son *ejemplos* del concepto. Las categorías están, pues, representadas por esas entidades cognitivas denominadas conceptos, que la mente humana es capaz de formar, elaborar o adquirir.

Gorrión, golondrina, canario, jilguero, lavandera, etc., en virtud de los atributos comunes o propiedades que comparten, son todos miembros de la misma categoría, representada mentalmente mediante un concepto: el *concepto* "pájaro". Singularmente cada uno de los miembros individuales puede presentar formas distintas (tamaño del cuerpo, longitud y curvatura del pico, colores de las plumas, forma de las alas etc.) pero, en virtud de sus atributos comunes, todos ellos se ajusten a la idea general de "pájaro". Cada uno de los seres mencionados son *ejemplos* del concepto "pájaro". Aquellos que no se ajustan al concepto son los *no-ejemplos* o ejemplos negativos. El jilguero es un *ejemplo* del concepto "pájaro"; mientras que murciélago es un *no-ejemplo*.

Como representaciones mentales de categorías de seres naturales (pájaro, árbol, roca) o artefactos (silla, lámpara, bicicleta), los conceptos hacen posible dilucidar si determinados elementos son miembros de una categoría y, por tanto, estructurar las propias experiencias. Constituyen, pues, la base de la generalización, operando como ideas generales en los complejos procesos cognitivos. Pueden ser también representaciones de entidades abstractas, como el concepto matemático de número racional o el concepto filosófico de libertad, constituyendo el fundamento del pensamiento en general.

El conocimiento conceptual disponible posibilita el razonamiento y realización de inferencias, más allá de una información dada, expandiendo el propio conocimiento, sin necesidad de almacenar o retener una información singularizada. Estando el razonamiento basado en conceptos, el conocimiento general de que todos los animales respiran, que los reptiles son animales y que el cocodrilo es un reptil, se infiere deductivamente que el cocodrilo respira; aun cuando nunca se haya almacenado directamente en la memoria semántica este hecho específico.

Asimismo, las inferencias y predicciones elaboradas a partir del conocimiento conceptual inciden en la regulación de la propia conducta. El conocimiento

conceptual previo de una clase de insectos que forman enjambres, producen miel, transportan el polen y propinan dolorosas picaduras, conlleva que al percibir un pequeño animal y categorizarlo como abeja, se puede predecir su posible comportamiento y efectos del mismo, incluida la interpretación de la situación como peligrosa y la actuación congruente alejándose del lugar. Estando, pues, en la base de la comprensión y la explicación de situaciones y fenómenos, del razonamiento y la regulación de la propia acción, los conceptos son ingredientes sustanciales de los procesos de aprendizaje, a la vez que las actividades escolares implican aprendizaje o formación de nuevos conceptos.

10.2. La formación de conceptos regidos por reglas: definiciones y ejemplos

¿De qué modo se adquieren los conceptos y cómo son representados en la memoria semántica? Pues, de modos distintos. A lo largo de la vida, en sus interacciones con las cosas y las personas, el aprendiz realiza operaciones mentales por las que forma categorías, adquiere conceptos y realiza inferencias que nutren los contenidos de la memoria semántica, subsiguientemente utilizados en la elaboración de nuevos y más complejos conocimientos

En el ámbito de la teoría cognitiva se han formulado distintos modelos explicativos del modo en que se forman o adquieren los innumerables conceptos que integran los contenidos de la memoria semántica, destacandose en cada modelo determinados aspectos (Medin y Atran, 1999).

Según la conocida teoría clásica de los *conceptos* regidos por reglas, los ejemplos de un concepto comparten propiedades *características*, algunas de las cuales son esenciales para la definición del concepto, constituyendo sus atributos *definitorios*. Los atributos *definitorios* operan como criterios para determinar si un elemento es ejemplo de un concepto

Así, el concepto "triángulo" entraña estos atributos definitorios: (1) figura geométrica, (2) cerrada, (3) formada por tres lados. Los tres atributos son *necesarios*; pues, si faltara alguno ya no sería un triángulo, sería otra cosa. En su conjunto, tales propiedades son también *suficientes* para definir un triángulo, sin que haya que añadir ningún rasgo más, como la longitud de sus lados, el arco de cada uno de sus ángulos o el color de la superficie interior. Esos son, pues, los atributos definitorios, *necesarios* y *suficientes*, tal que la entidad que los posea será ineludiblemente un ejemplo del concepto "triángulo".

Así, los conceptos tienen límites bien definidos, una delimitación muy clara, de tal modo que cualquier ejemplo dado se ajusta enteramente a la definición o no se ajusta en absoluto, de manera que el correspondiente juicio o proposición implica una decisión binaria: si-no. Cualquier triángulo, sea equilátero, escaleno o isósceles, sea rectángulo, acutángulo u obtusángulo, cualquiera que sea el arco de sus

ángulos o la longitud de sus lados, es igualmente un buen ejemplo del concepto "triángulo". Esto es, el concepto se define por un conjunto de atributos, cada uno de los cuales es necesario, siendo suficientes en su conjunto.

Por consiguiente, aprender o adquirir conceptos consistirá en captar o descubrir dichas propiedades o atributos *definitorios*, poniéndose de manifiesto en la identificación de los ejemplos del concepto y de los no-ejemplos. Efectivamente, muchos conceptos que el aprendiz forma o adquiere están regidos por reglas, como la regla *conjuntiva* que establece cada uno de los rasgos definitorios del triángulo. ¿Cuándo una entidad es un triángulo?: cuando sea una figura geométrica, cerrada, formada por tres lados.

El concepto de oveja se entendería en virtud de unas propiedades o atributos: animal, cuadrúpedo, ungulado, cubierto de lana, adulto, hembra, por lo que se diferencia de otros, como cabra o vaca.

Matemáticos, físicos, juristas o árbitros deportivos, entre otros, definen conceptos (abstractos) regidos por reglas, tal como los conceptos de número irracional, de gravedad, de hurto o de penalty. Ciertos aficionados al fútbol pueden estar en desacuerdo con que cierta acción sea tipificada como una falta merecedora de la pena máxima, pero no con el concepto de penalty en sí mismo, definido por una regla *disyuntiva*: jugar la pelota con la mano u obstruir el juego del contrario, dentro el área de penalty.

Los tratados de Lógica distinguen dos aspectos del concepto: *comprensión* y *extensión*. La comprensión, denominada *intensión* y también *definición*, se refiere a los atributos, propiedades o notas que determinan la estructura del concepto, empleadas como criterios para incluir algo en una categoría o excluirlo de ella. La *comprensión* del concepto "triángulo" viene dada por sus atributos definitorios, que integran la regla para su definición: 1) superficie 2) delimitada por una línea poligonal cerrada 3) de tres lados. Por tanto, poseerá cualquiera de las propiedades inherentes al concepto de triángulo, como que la suma de sus tres ángulos es 180º.

La *extensión*, denominada también *referentes* o *ejemplos,* se refiere a todas aquellas entidades o seres a los que se extiende o aplica la definición del concepto. Los triángulos equiláteros o isósceles, son ejemplos del concepto triángulo, puesto que tienen los atributos de la definición, aunque cada uno tenga sus propias características o particularidades. La *extensión* del concepto se refiere, pues, a todas las figuras geométricas que cumplen las condiciones de la regla definitoria, cualquiera que sea la apertura de sus ángulos o longitud de sus lados. Todos son triángulos puesto que tienen los atributos esenciales que definen el concepto de *triangularidad*. Las entidades que cumplen estos criterios son *ejemplos* del concepto.

La adquisición o formación de conceptos puede realizarse bien a partir de los *ejemplos*, abarcados en la *extensión* del concepto; bien a partir de la *definición* del mismo, que incluye sus atributos esenciales, constitutivos de su *compresión*. Es

decir, en unas situaciones de aprendizaje el alumno se forma el concepto partiendo de los *ejemplos* del concepto y en otras a partir de la *definición* o regla. Sea como punto de partida, sea como confirmación de la regla, los *ejemplos* de conceptos (y los no-ejemplos) estarán presentes en el aprendizaje o formación del concepto. Por tanto, ejemplos y definición están presentes, en un momento u otro de aprendizaje. (Tennyson y Cocchiarella, 1986; Ward y Sweller, 1990; Brophy y Godd, 1995; Sweller y otros, 1998; Atkinson y otros, 2000).

La utilización de los *ejemplos* del concepto implica un sistemático y hábil empleo docente de los mismos. Requiere, pues, una *selección* de los ejemplos con arreglo a las propiedades o atributos en los que focalizar la atención; su *ordenación* en la apropiada secuencia de aprendizaje o momento de presentación, según el propósito y nivel de dificultad, así como el *contraste* de ejemplos y no-ejemplos. En orden al aprendizaje, dichas condiciones difieren bastante de una presentación aleatoria de ejemplos. (Tennyson y Parck, 1980; Petty y Jansson, 1987; Klausmeier, 1990).

Un sencillo ejemplo ilustrativo, es la secuencia descrita por Engelmann y Carnine (1982) para la enseñanza del concepto de “vehículo”, utilizando ejemplos positivos y negativos. En su desarrollo se utilizan también imágenes visuales en la presentación de los ejemplos. A partir de las imágenes visuales y las expresiones verbales sobre ejemplos del concepto, el aprendiz puede llegar a la formación del concepto, como una forma de aprendizaje por descubrimiento. Repárese en que el proceso se inicia con *ejemplos introductorios positivos* que facilitan la captación de los atributos esenciales del concepto, (diferenciados de los irrelevantes).

Concepto de vehículo

Dibujos del ejemplo 🗗	Expresión docente
1. Ejemplos positivos	
🗗 Un barco de remos	*Eso es un vehículo.*
🗗 Un coche	*Eso es un vehículo.*
🗗 Un camión	*Eso es un vehículo.*
🗗 Un tren	*Eso es un vehículo.*
2. Ejemplos negativos	
🗗 Un columpio	*Eso* no *es un vehículo.*
🗗 Una podadora eléctrica	*Eso* no *es un vehículo.*
3. Ejemplos positivos y negativos de verificación y ejercitación.	
🗗 Una lancha a motor	*¿Es eso un vehículo?*
🗗 Un taladrador eléctrico	*¿Es eso un vehículo?*
🗗 Una rueda de molino	*¿Es eso un vehículo?*
🗗 Una motocicleta	*¿Es eso un vehículo?*

---

1) Análisis de los ejemplos del concepto de vehículo.

Los cuatro ejemplos positivos iniciales estipulan que un vehículo es algo utilizado para el transporte.

Estos ejemplos seleccionados varían, en cuanto a que puede ser transporte terrestre o marítimo.

Asimismo, varían en cuanto a que el impulso puede producirse por la fuerza muscular o la mecánica.

2) Análisis de los ejemplos negativos o no-ejemplos.

Esos dos ejemplos negativos marcan límites, evitando interpretaciones erróneas por sobregeneralización.

El columpio, como ejemplo negativo, descarta que simplemente un asiento y el movimiento sean condiciones suficientes para que algo se conceptúe como vehículo.

Análogamente la podadora eléctrica descarta que el funcionamiento mediante un motor y el desplazamiento sean atributos suficientes para que algo sea un vehículo.

3) Análisis de los ejemplos positivos y negativos de ejercitación y confirmación.

Los dos ejemplos negativos (taladrador eléctrico y rueda de molino) son más lejanos que los anteriormente consignados como ejemplos negativos, infiriéndose fácilmente que no son ejemplos del concepto.

Los dos nuevos ejemplos del concepto (motocicreta y lancha a motor) son confirmatorios, identificándose como vehículos, extendiéndose el proceso de formación de conceptos, ya iniciado a partir de los primeros cuatro ejemplos positivos.

Análogamente, en la formación del concepto de "cuadrado", la observación de uno o más *cuadrados* pone de relieve sus atributos definitorios: *superficie, cuatro lados, lados iguales, paralelos dos a dos, cuatro ángulos rectos.*

Seguidamente los *ejemplos confirmatorios positivos* contienen determinadas variaciones en ciertas características irrelevantes, como cuadrados de distintos tamaños y en distintas posiciones, resultantes de su rotación; pues, si los cuadrados apareciesen siempre en la misma posición, con dos lados horizontales y los otros dos verticales, el aprendiz podría inferir que esta posición es un atributo definitorio.

Por último, los *ejemplos negativos discriminantes* serán progresivamente más difíciles. Siguiendo con el cuadrado, las figuras geométricas de más o menos lados que el cuatro (triángulo, hexágono) muestran ciertas semejanzas, aunque son fácilmente distinguibles. Otros ejemplos negativos, como rectángulo o trapecio, pueden entrañar mas dificultad por compartir algún atributo definitorio con el cuadrado (cuatro lados y cuatro ángulos rectos del rectángulo o cuatro lados y dos ángulos rectos del trapecio) en virtud su pertenencia a la misma categoría (supraordenada) de cuadriláteros.

Como se indicó anteriormente, pueden aprenderse conceptos partiendo de su *definición* o atributos definitorios, incluida la denominación. Al enunciado o formulación de la *definición* siguen *ejemplos* positivos confirmatorios, que resaltan los atributos definitorios. Los ejemplos negativos contribuyen a diferenciar los atributos definitorios de los que no lo son.

No siempre es fácil aprender un concepto a partir de sus ejemplos, por lo que se inicia con la definición o regla. Así, en el caso concerniente al concepto "tío/tía", se parte de la correspondiente definición o regla conjuntiva: Tío/tía es el hermano del padre y hermano de la madre y sus respectivos cónyuges. Después, el niño puede identificar *ejemplos* positivos confirmatorios de la regla, así como no-ejemplos del concepto.

En general, ante series de ejemplos, positivos y negativos, el aprendiz, con la pertinente retroinformación, practica deliberadamente la discriminación de unos y otros, justificando sus decisiones en términos de los atributos definitorios. En virtud de los ejemplos positivos del concepto, el aprendiz capta el ámbito de generalización del concepto. En virtud de los no-ejemplos o ejemplos negativos, particularmente de los más próximos, puede descubrir los límites de la generalización. Esto es, se previene que tome como ejemplos del concepto aquellos que no lo son (*sobregeneralización*) como ocurriría si tomase por cuadrado lo que realmente es un rectángulo. Asimismo, se previene que considere como no-ejemplos (*infrageneralización*) los que son realmente ejemplos del concepto, como ocurriría al excluir al trapezoide del concepto de cuadrilátero.

Según el nivel del aprendiz, los ejemplos de conceptos positivos y negativos se toman generalmente del mismo sistema conceptual (figuras geométricas). Asimismo, se toman de la misma categoría (cuadriláteros) o de la correspondiente

supracategoría (polígonos). Se progresa en el aprendizaje de los conceptos a medida que se amplia la diversidad de los ejemplos y se pasa sucesivamente a categorías de nivel supraordenado o subordinado.

Pero, la índole y complejidad de los conceptos es variable, siéndolo también las situaciones y procesos de aprendizaje requeridos. Así, se requieren situaciones de aprendizaje y procesos distintos a los anteriormente expuestos en la formación o aprendizaje de conceptos en que no existen ejemplos propiamente negativos, como ocurre con el concepto de "sintagma sujeto" de la oración, empleándose secuencias *transformativas*, en este caso transformaciones en el sujeto. (Engelmann y Carnine, 1982).

Si únicamente se presentasen ejemplos de la forma *Un corredor veloz llegó al parque*, el aprendiz podría inferir que la composición del sintagma sujeto es siempre determinante+nombre+adjetivo. Se previenen, pues, errores de *infrageneralización* presentando sucesivamente variaciones en la forma del sujeto, como *Antonio y sus dos perros corrían por el parque* o *El perro de Enrique corría por el parque*, de modo que el aprendiz identificará también los sujetos compuestos y con sintagma preposicional. Análogamente se presentan después ejemplos con variaciones en los componentes del sintagma predicado.

10.3. Representación de la categoría. El prototipo en la formación de conceptos

¿Cuáles son los atributos definitorios del concepto de libertad o del concepto de juego? Encontrar atributos definitorios, necesarios y suficientes, de objetos del entorno, sean objetos naturales, como árbol; sean artefactos fabricados por el hombre, como silla, puede resultar muy difícil o imposible. En muchos casos es difícil determinar la pertenencia de un objeto a una clase, ya que las demarcaciones de las categorías suelen ser imprecisas o flexibles, con límites borrosos entre ellas. Así, respecto de la categoría de metales y la categoría de no-metales ocurre que algunos elementos metálicos tienen propiedades de los no-metales y viceversa. En consecuencia, con los elementos de transición se forma la categoría de semimetales (silicio, germanio, arsénico, antimonio, teluro, polonio). Pero, las diferencias entre los elementos extremos de ésta, resultan muy imprecisas respecto de los elementos más próximos de cada una de las otras dos. Hechos como éstos son lo habitual en las categorías naturales, como ocurre, por ejemplo con los peces pulmonados o con el dipnoo (híbrido).

Ello no impide que niños y adultos formen o adquieran el concepto de árbol, de pez, de virus o de silla; aunque de modo distinto al analizado en el epígrafe precedente. Repárese en uno de los objetos mencionados: silla. ¿Cuáles son sus atributos definitorios? Podría pensarse que una silla es aquello en que una persona puede sentarse. Pero, este atributo incluiría también un banco, un sofá e incluso el tronco de un árbol, que no son sillas. Podría añadirse un nuevo atributo, como el de tener

cuatro patas. Pero, quedarían excluidas sillas de nuevo diseño y sillas con ruedas que no tienen cuatro patas. Siguiendo este procedimiento de añadir más rasgos, el problema se torna más difícil, hasta el punto de que parecería que no se sabe bien lo que es una silla.

Si las categorías de objetos no responden a unos atributos definitorios, necesarios y suficientes, que posibiliten la formación de conceptos mediante la elaboración de reglas —recuérdese lo expuesto respecto del triángulo— entonces, ¿cómo niños y adultos adquieren o forman conceptos de objetos del entorno y cómo son representados mentalmente y almacenados en la memoria semántica?

Supóngase que una persona trata de decidir si el objeto que visualmente percibe en la lejanía de una gran pradera es, o no, una oveja (pudiera ser una cabra, un perro o una roca). Pueden considerarse distintas posibilidades de categorización: a) según el modelo de rasgos, en que la representación de la categoría se obtiene a partir de análisis de una serie de rasgos o atributos: tamaño, formas, etc. b) comparando el objeto percibido con el *prototipo* de oveja, c) comparándolo con algún *ejemplar* concreto bien conocido, como las ovejas merinas que cotidianamente pacen en el entorno. (Mayor, 1986; Storms, De Boeck y Ruts, 2000).

A partir del análisis crítico de la teoría clásica de los conceptos regidos por reglas y los resultados de numerosas investigaciones experimentales, se formularon modelos que explican modos distintos de formación y representación de conceptos, como el modelo del *prototipo* y el modelo del *ejemplar*, predominantemente de índole sintética, vinculados primariamente a la pertenencia a categorías e implicando un proceso de comparación.

Wittgenstein, insigne representante de la filosofía analítica, en su interesante estudio de categorías lingüísticas, puso de relieve las dificultades existentes en la elaboración de conceptos, conforme a reglas, en términos de análisis de sus propiedades o atributos definitorios. Es bien conocido lo concerniente a la categoría *juegos*. Unos se centran en el manejo de una pelota, otros no la requieren. En algunos se actúa directamente con las manos y en otros con los pies, como el balonmano o el balompié. En otros mediante un artefacto, como la raqueta en tenis o los palos en golf. En unos se juega en equipos, en otros individualmente. La mayoría entrañan competición, como el parchís o el baloncesto, de modo que los participantes pueden ganar o perder. En el golf, el jugador también compite consigo mismo, para mejorar su handicap. Otros, como el juego del corro, se limitan al mero ejercicio de entreteniendo, en que los participantes cooperan, en vez de competir entre sí. Por otra parte, unos juegos dependen del azar, como el parchís, en que el avance depende del resultado de lanzar unos dados, siendo su aprendizaje sumamente fácil. En cambio, otros juegos, como el ajedrez, no dependen del azar y requieren una competencia específica y un complejo aprendizaje.

Aparecen, pues, una serie de características diversas; pero, ¿cuáles son los atributos definitorios del concepto "juego"? Podría elaborarse una larga lista de las características aludidas sin que apareciesen las necesarias y suficientes para definir el concepto de "juego". Pero, aunque no se existan unos atributos definitorios, comunes a todos los juegos; sin embargo, cada uno comparte ciertas características o atributos con algunos otros, aunque no con todos, por lo que entre ellos existe un notorio parecido, que puede denominarse *semejanza familiar*. A pesar de su amplia variedad de aspectos, en virtud de tal *semejanza* cada uno de ellos pertenece a la categoría *juegos*, representada por el concepto "juego".

Repárese en una familia extensa, que incluye abuelos, tíos, etc. Algunos se parecen entre sí por la talla, el pelo y el mentón, otros por la frente y el mentón, algunos por la frente y los ojos y aun otros por la semejanza de su expresión facial. No hay un determinado rasgo o conjunto de atributos definitorios que posean por igual todos y cada uno los miembros de la familia. Sin embargo, al compartir determinados rasgos existe cierto parecido familiar entre ellos, aunque no habrá dos caras idénticas, análogamente a lo que ocurre con los miembros de la categoría *juegos* y en general con los miembros de categorías de objetos naturales, como peces o aves.

Análogamente a los miembros de una familia extensa, la categoría se estructura internamente de conformidad con el principio de *semejanza familiar*, en torno a un núcleo de atributos o rasgos específicos compartidos por sus miembros en la forma indicada. Algunos atributos suelen estar correlacionados en algún grado, pudiendo conjeturarse que junto a ciertos rasgos específicos es probable que concurran otros, como *regularidades* percibidas. La semejanza entre los miembros de una categoría se basa, pues, en un conjunto de atributos o propiedades que cada miembro posee un mayor o menor número y grado. Ciertos miembros carecen de algunos de los rasgos o propiedades; pero, tiene otros considerados propios de la categoría, manteniéndose el criterio de parecido familiar en su conjunto. Aunque no existan atributos comunes a la totalidad de los ejemplos del concepto, cada uno de ellos tiene atributos compartidos con algunos otros. En virtud el parecido entre sus miembros, las categorías de objetos naturales responden a una *estructura de semejanza*.

El **prototipo** es el miembro de la categoría con el mayor número de características relevantes o atributos típicos, siendo, por consiguiente, el miembro más típico de la categoría y el mejor ejemplo del concepto. Así, es prototipo de frutas la manzana; de vehículos es el coche y de armas es la pistola, con posibles variaciones en función del contexto y conocimientos del sujeto. (Rosh y Mervis, 1975).

Evidentemente, el miembro que poseyese todos los rasgos característicos de la categoría sería la representación compendiada de la estructura de aquella; aunque no es indispensable que un miembro concreto de la categoría haya de tener todas las propiedades. No es necesario que exista en la realidad, pudiendo ser una entidad ideal, abstracta, construida por el sujeto, por lo que "en este sentido el prototipo es

como un *estereotipo*, que puede no darse en ningún individuo concreto." (Medin, Ross y Markman, 2001, p. 376).

Cada categoría se estructura, pues, sobre la base del *prototipo* o elemento más *típico* de la misma, que, en el ámbito cognitivo, opera como su representación mental o concepto de la misma. Por tanto, tiene una relevancia decisiva en la adquisición o formación de conceptos de objetos y en los procesos cognitivos que se realizan con ellos.

Un estímulo-objeto se clasifica como miembro de una categoría comparándolo con un *prototipo*. Ante un jilguero o imagen del mismo, el aprendiz lo categoriza como *pájaro*, puesto que encaja o se asemeja al prototipo (*gorrión)* de la categoría *pájaro* (paseriformes). El mismo modo de procesamiento conduce a que el mirlo o la alondra también sean categorizados como "pájaro"; la ciruela o la papaya como "fruta" y la avispa o la libélula como insecto (alado). Por tanto, cuando el objeto sea *similar* al prototipo, cuan representación ideal de la categoría, entonces será un ejemplo del concepto.

Aunque los objetos difieran en ciertos aspectos, cada uno de los miembros de la categoría es tratado conceptualmente como equivalente, sin atender a detalles o *particularidades*, como curvatura de pico, color de las plumas, tipo de canto, etc. en el caso de la categoría pájaro. Respecto de la categoría frutas, el plátano, la naranja, o la manzana se categorizan como frutas, a pesar de ciertas particularidades o diferencias como las concernientes a su cáscara o piel, forma, tamaño, etc.

En el estudio de la zoología, de la botánica o de la climatología, el aprendiz identifica los insectos, las coníferas o los climas sobre la base de sus respectivos prototipos. El prototipo tiene, pues, un relieve decisivo en la formación o adquisición de conceptos, pues "la idea general es que, sobre la base de sus experiencias con ejemplos de una categoría, las personas abstraen la tendencia central o *prototipo*, que deviene la *representación mental sumaria* de la categoría". (Medin, Ross y Markman, 2001, p. 376).

Efectivamente, no todos los miembros de una categoría son iguales como miembros de la misma; sino que, a partir del prototipo como el más típico o representativo de aquella, los demás miembros *varían* en cuanto al grado en que son más o menos típicos de la categoría. Esto es, difieren en su grado de ***tipicidad***, de modo que ésta se reduce gradualmente (*gradiente de tipicidad*) hasta aquellos objetos más distantes del prototipo que pueden generar dudas respecto de su pertenencia a determinada categoría. La paloma o el águila son *aves* muy típicas, mientras que el pingüino o el avestruz lo son menos. Asimismo, la *manzana* es el prototipo del concepto de fruta, estando la naranja muy próxima y el higo o el melón más alejados. El *coche* es prototipo de vehículo, estando el trineo más alejado; mientras que el ascensor en un deficiente ejemplo del concepto de vehículo. En general, las personas perciben que algunos miembros de la categoría son mejores ejemplos de un *concepto* que otros.

En una investigación se verificó que respecto de la categoría "vehículos", los sujetos evaluaban el *coche* como el miembro *prototípico*, encabezando la *escala* correspondiente; mientras que el trineo se situaba en escalón muy inferior. Asimismo, resultó que justamente el *coche* alcanzaba el mayor *número* de atributos propios de la categoría, muy superior a cualquiera de los restantes miembros de la misma (camión, tractor, motocicleta, silla de ruedas, etc.). El trineo, calificado muy abajo en la escala, como poco típico, compartía muy *pocos* atributos con los restantes miembros de la categoría. Se descubrió, pues, una correlación significativa entre las dos medidas empleadas: *posición* en la escala de valoración de la tipicidad y *número* de atributos comunes poseídos. (Rosch y Mervis, 1975).

Los miembros prototípicos tienen más atributos en común con cada uno de los restantes miembros de la categoría, que se alejan sucesivamente del prototipo reduciendo su grado de *tipicidad*. Ésta se refiere a lo bueno que un objeto es como miembro de determinada categoría y la medida en que es un buen ejemplo del concepto. Los *efectos de tipicidad* ejercen una notable influencia en los procesos de conocimiento y aprendizaje en general. Respecto a la evocación o recuperación de la memoria, el prototipo y los miembros de la categoría más próximos al mismo son más accesibles que los periféricos o más alejados del prototipo. Estos efectos son más pronunciados en los niños, disminuyendo con el desarrollo (Medin y Atran, 1999).

La investigación ha mostrado que se mencionan más *frecuentemente* aquellos miembros de las categorías valorados como más típicos o prototípicos, habiéndose detectado una alta correlación positiva entre el grado de tipicidad de un miembro de una categoría y la frecuencia con que aparece en el vocabulario, así como la facilidad con que es evocado. Los miembros de una categoría valorados muy por bajo en una escala de tipicidad son raramente mencionados como ejemplos del concepto.

Asimismo, la *rapidez* con que se categoriza un objeto aumenta según su proximidad al prototipo de la categoría. Cuando se requiere del aprendiz que juzgue si un objeto pertenece a determinada categoría, lo hará con mayor *rapidez* cuando se trate de elementos típicos de la misma. El gorrión, como prototipo de la categoría pájaro, será más *frecuentemente* mencionado, categorizado correctamente con más rapidez que otros miembros de la misma, como el mirlo, la alondra o la lavandera. Por consiguiente, si el aprendiz evoca más fácilmente determinado miembro de una categoría, habrá más probabilidad de sea el prototipo o un miembro muy típico de la misma, en el pensamiento del aprendiz. En definitiva, los efectos de *tipicidad* se manifiestan en el hecho de que los prototipos son evocados más *frecuentemente* como ejemplos del concepto y categorizados con mayor *rapidez*. Por tanto, siendo los de más fácil acceso, entre los disponibles en la memoria semántica, intervendrán más frecuentemente en los procesos cognitivos y elaboración de nuevos conocimientos (Heit y Barsalou, 1996).

La *tipicidad* influye en el orden en que los niños aprenden los elementos o miembros de las categorías y el modo en que elaboran las *representaciones mentales* o conceptos de las mismas. En general, los efectos de tipicidad afectan al aprendizaje, en la medida en que los ejemplos más típicos son *aprendidos* antes que los menos típicos. Por tanto, puede afirmarse que "según la investigación está claro que es formando *prototipos* el modo en que las personas *aprenden* las categorías de objetos naturales y forman los conceptos que mentalmente las representan". (Medin y otros, 2001, p. 376).

El modelo del prototipo explica cómo es posible reducir a una representación mental o abstracción la información acerca de una amplia variedad de estímulos, sin necesidad de retener la ingente cantidad de información de cada uno de los numerosos miembros de una categoría. El modelo del prototipo explica también la capacidad del aprendiz para formar *conceptos* sobre aquellos conjuntos de cosas o categorías débilmente estructuradas. El prototipo funciona especialmente bien en la formación de conceptos cuando los miembros de las categorías simplemente comparten una *semejanza familiar*, en ausencia de características necesarias y suficientes comunes. El modelo clásico de la formación de conceptos regidos por reglas podría considerarse como un caso especial en que sólo los rasgos definitorios contribuyen a la similaridad entre los miembros de la categoría (Medin y otros, 2001, p.386).

Asimismo los prototipos operan como puntos de *referencia* en diversos aspectos del conocimiento, como ocurre, por ejemplo, con los colores y las numerosas variedades referidas a aquellos: azul celeste, azul turquí; rojo carmesí, rojo bermellón, etc. Otro ejemplo es el concerniente a las potencias de *10*, en virtud de su relevancia en el sistema decimal, con estatus análogo al prototipo. Así, la distancia de 996 o 1.007 Km. entre dos ciudades se retienen como 1.000 y análogamente la longitud de 1007 o 310 km. de dos ríos como 1.000 y 300 respectivamente. Asimismo se representa como *100* millones de € el coste de la nueva autovía, aunque algunos se empeñen en precisar 98.896.934 €, que no se aviene con la efectiva capacidad de la memoria operativa, a corto plazo, ni con el funcionamiento de la memoria a largo plazo de los oyentes.

Pero, el prototipo como *representación mental* entraña ciertos problemas, ya que abstrae la *tendencia central* de la categoría y suele descartar cierta información que puede ser revelante en determinados procesos cognitivos. Por ejemplo, en virtud del conocimiento de que determinados atributos están correlacionados con otros, niños y adultos saben que es más probable que canten los pájaros o aves más pequeñas, lo que el prototipo en si mismo no incluye. Igualmente, para una completa explicación de la compleja formación de los conceptos, el modelo del prototipo debería dar cuenta de la comprobación empírica de que las personas, a veces, suelen retener en la memoria semántica determinada información específica o imágenes sobre miembros individuales, concretos, de una categoría. Estos y otros fenómenos es lo que trata de explicar el llamado *modelo del ejemplar*.

10.4. El modelo del ejemplar en la formación de conceptos: concreción inicial

La investigación cognitiva ha mostrado que además del prototipo o tendencia central, de carácter genérico, como *representación* mental de la categoría; también ejemplos concretos, denominados ***ejemplares***, pueden devenir en *representación* de la categoría y base para la categorización de nuevos ejemplos. Es decir, primero se aprenden uno o más ejemplos, *ejemplares*, como representantes concretos de la categoría que se emplean para clasificar o categorizar cada uno de los nuevos estímulos, en virtud de su semejanza con aquel. El bien conocido gato del vecino o el propio gato blanco, o ambos, constituyen *ejemplares* a partir de los que se forma el concepto de "gato". Después, en virtud de su similitud, el callejero gato gris será reconocido y categorizado como gato. El mismo modo de procesamiento se produce respecto de la paloma que anida en un árbol cercano o el río que desciende de la cordillera percibida en la lejanía y fluye por el entorno próximo. Por tanto, primero se aprenden y retienen *ejemplares* como ejemplos de conceptos. Después, los nuevos estímulos se clasifican o categorizan sobre la base de sus semejanzas con aquellos, bajo el supuesto de que objetos similares pertenecen a la misma categoría.

La idea general es que la percepción del nuevo objeto o estímulo propende a activar representaciones similares disponibles en la memoria, evocando o rememorando el *ejemplar* previamente aprendido. Al percibir un objeto, *ejemplares* de varias categorías pueden competir por emerger de la memoria. La probabilidad de que determinado *ejemplar* sea recuperado rápidamente depende prioritariamente de la mayor semejanza del nuevo estímulo con aquel, incluida la influencia del contexto. (Palmieri, 1997).

El modelo del *ejemplar* y el modelo del *prototipo* coinciden en que, en ambos, el nuevo estímulo se categoriza *comparándolo* con la representación mental, concreta o abstracta, disponible en la memoria semántica. Si la *semejanza* es lo suficientemente intensa, entonces el nuevo objeto es clasificado como realmente perteneciente a la categoría.

Sin embargo, difieren en lo concerniente a la naturaleza o *índole de la representación* disponible en la memoria semántica con la que se compara el nuevo estímulo. La concreción inherente al *ejemplar* previamente aprendido difiere del genérico y más abstracto *prototipo*. En el modelo del prototipo, se trata de la representación mental genérica o ideal de gato; mientras que en este modelo del ejemplar la representación corresponde a algún gato particular y concreto. En el modelo del prototipo la *representación* disponible en la memoria semántica con la que se efectúa la comparación del estímulo u objeto percibido es de índole genérica, un tanto abstracta o ideal. En cambio, en este modelo del ejemplar la *representación* mental disponible en la memoria, con la que se compara el nuevo estímulo, es un concreto *ejemplar* específico, o incluso varios.

Por ejemplo, en este último caso, una persona dispone en la memoria semántica de los *ejemplares* abeto y pino, ambos de la categoría de las coníferas. Pues bien, puede clasificar el nuevo árbol percibido como conífera porque se asemeja al *ejemplar* abeto y clasificar otro árbol también como conífera, por asemejase al *ejemplar* pino. Por tanto, aprendidos inicialmente como *ejemplares* o concretos ejemplos de conceptos, se utilizan después para categorizar nuevos objetos o estímulos sobre la base de su similitud con aquellos *ejemplares.* (Markman, 1999).

Supóngase que un profesor ha leído un estudio de casos donde, entre otros, se describe un estudiante con el síndrome de déficit de atención con hiperactividad. Si posteriormente encuentra un alumno que se asemeja al *ejemplar* descrito en aquel estudio, entonces lo incluirá en la categoría de sujetos con déficit de atención, con arreglo al modelo del ejemplar, según el caso descrito. Lo hace sin basarse en una lista de atributos definitorios, ni en un prototipo o tipo ideal, en que quedarían descartados ciertos datos particulares muy útiles respecto de ese caso individual.

El prototipo, como promedio o miembro central de la categoría, descarta cierta información específica o particularidades acerca algunos miembros de la misma; mientras que el ejemplar, en su concreción, preserva más información específica de los miembros de la categoría en que se basa. Por tanto, en ciertas situaciones el modelo del ejemplar proporciona mejores resultados. Así, el *ejemplar* puede preservar información concerniente a ciertas correlaciones entre determinadas propiedades, como la correlación entre el tamaño y otras propiedades de las aves, facilitando inferencias y predicciones. Por ejemplo, puede inferirse que un águila imperial no cantará y que un avestruz no volará; puesto que tales acciones están correlacionadas con tamaño de las aves.

El modelo del ejemplar puede resultar más efectivo cuando se trata de una categoría que tiene relativamente pocos miembros, como la categoría "frutas tropicales", (papaya, mango, lima, etc.) particularmente para quien no haya vivido en una región tropical. Sin embargo, este modelo no resulta efectivo cuando se trata de categorías de gran extensión y variedad interna, como la categoría peces o la categoría gasterópodos, resultando más eficiente, con su generalidad, el modelo del prototipo. (Knowlton, 1997; Nosotsky y Palmieri, 1998).

El modelo del prototipo y el modelo del ejemplar son ambos sensibles al contexto, pero su influencia se manifiesta especialmente en el modelo del ejemplar. (Medin y Roos, 1989).

Los resultados de los estudios del modelo del ejemplar en el ámbito de la psicología social, indican que se almacenan en la memoria semántica, como *ejemplares*, ciertos miembros concretos de un grupo social o étnico, directamente conocidos. La evocación de estos *ejemplares* concretos como representaciones de la categoría genera *estereotipos*, constituyendo una inapropiada representación de la misma, que suele manifestarse respecto de grupos étnicos, ideológicos, profesionales, emigrantes, etc. (Sherman, 1996).

Por otra parte, en la construcción de categorías y formación de conceptos se manifiestan ciertas *diferencias individuales* de los aprendices. Algunos tienden a basarse en prototipos, genéricos, descartando información muy específica; mientras que otros suelen almacenar información sobres ejemplares, concretos, según las propias experiencias personales, amplitud e índole de los conocimientos disponibles, así como los personales estilos cognitivos.

La formación de conceptos que representan categorías se realiza, pues, de distintos modos. Según la concepción clásica de los conceptos regidos por reglas, como en el caso del triángulo anteriormente considerado, se requiere un proceso de análisis de atributos definitorios, necesarios y suficientes, Sin embargo, este modelo no da cuenta de ciertos fenómenos, como los imprecisos límites de las categorías naturales y la dudosa pertenencia de ciertos elementos a una u otra categoría, ni tampoco de los efectos de la tipicidad. Por tanto, aparecieron otros modelos, como los del prototipo y el ejemplar, descritos como *aprendizaje no-analítico de conceptos* (Kellogg, 2003).

El modelo del prototipo explica la formación de conceptos basada en la idea de que la representación mental de la categoría es el miembro *promedio* de aquella. Asume que la representación mental de la categoría se basa en la tendencia central de la misma, estructurándose de forma probabilística. El modelo del ejemplar asume que en la memoria semántica se almacenan ejemplos concretos, como ejemplares de la categoría, clasificándose los nuevos ejemplos de la misma en función de su similitud con aquellos ejemplares. Diferentes tipos de categorías pueden requerir diferentes procesos y estrategias. Por tanto, cabe señalar que "el modelo del prototipo y el modelo del ejemplar pueden ambos coexistir". (Matlin, 2002, p. 251).

En resumen, en el modelo de conceptos regidos por reglas y en el modelo del prototipo, la categoría está representada por una entidad única; si bien en el primero las propiedades son válidas para todos los miembros de la categoría, mientras que en el segundo no todas son válidas para todos sus miembros. En cambio, en el modelo del ejemplar la categoría esta representada por más de una entidad concreta.

10.5. Niveles de categorización, conocimiento y cambio conceptual

¿Qué tipo de relaciones existen entre las categorías semánticas? ¿Cómo se organizan entre sí? El análisis de la estructura interna de las categorías (*estructura intra-categoría*) se completa con el análisis de las relaciones entre las mismas (*estructura inter-categorías*).

Las *categorías taxonómicas*, habituales en el estudio de la zoología, la botánica, etc., se organizan jerárquicamente, con diferentes niveles de abstracción: *ser vivo, animal, vertebrado, ave, pato.* Horizontalmente, a un determinado nivel de la estructura taxonómica, un ser o ejemplo pertenece a una u otra categoría,

mutuamente excluyentes. Si un pato es un animal, entonces no es una planta. Asimismo, si es ave, entonces no puede ser reptil, pez, anfibio, ni mamífero.

En cambio, en la línea de los niveles jerárquicos, verticalmente, un pato es un ave, es un vertebrado y es un animal. Es decir, conceptualmente *pertenece a varias categorías* semánticas jerárquicamente relacionadas, que son sucesivamente incluyentes o inclusivas, a medida que se asciende en los sucesivos niveles jerárquicos. En la categoría animal están incluidas las aves y en la categoría aves están incluidos los patos o aves palmípedas, entre otras. Por consiguiente, una persona puede decir que ha visto un pato, que ha visto un ave o que ha visto un animal. Evidentemente, a más alto nivel jerárquico, mayor grado de abstracción.

A medida que se asciende en los sucesivos niveles de categorización aumenta la *extensión* del respectivo concepto: *animal* es un concepto más extenso que ave, por extenderse a todos los seres del reino animal, vertebrados e invertebrados y *ave* es más extenso que pato; pues, se extiende a pato, avestruz, gorrión, etc. Pero, simultáneamente se reduce su *comprensión*, ya que de animal pueden predicarse menos atributos que del concepto ave y de este menos que del concepto ave palmípeda.

De animal se predica que es capaz de moverse por impulso propio. El concepto "ave" comprende atributos externos (cuerpo cubierto de plumas, alas, pico córneo, sin dientes) e internos (sangre caliente, homeotermo, huesos finos y huecos, sacos aéreos, circulación doble, ovípara). El concepto de "pato", incluye además otros atributos (acuática, dedos palmeados para nadar, pico aplanado). Por tanto, "pato" es un concepto más concreto que "ave" y éste más que "animal". En otros términos, pato es un ejemplo de de la categoría ave.

La organización categórica jerárquica, con sus respectivas etiquetas lingüísticas tiene una función decisiva en la economía intelectual, el aprendizaje y la comunicación. La expresión "Aquello son pájaros" subsume a "Aquello son gorriones, verderones, lavanderas, etc." Asimismo, las categorías jerárquicamente estructuradas permiten realizar inferencias sobre las características o propiedades de los seres. Por ejemplo, si un preadolescente ha de responder por primera vez a la pregunta ¿Una sardina esta formada por células?; probablemente, ascendiendo en los niveles de categorización, piensa que una sardina es un pez, que los peces son animales, que los animales son seres vivos y que están formados por células. Es decir, se puede inferir nueva información aunque no haya sido directamente enseñada. En virtud de tal estructura jerárquica, de las categorías más generales se infieren propiedades que son ciertas para las categorías más específicas. Esos procesos son habituales en la experiencia cotidiana y en el aprendizaje intencional, ampliándose y mejorándose cualitativamente a medida que se progresa en el curriculum escolar.

Análogamente, respecto de un objeto artificial, alguien puede decir que ha comprado una herramienta, que ha comprado unos alicates o que ha comprado unos alicates de puntas redondas. Conceptualmente *pertenece a* varias categorías

semánticas jerárquicamente relacionadas: *herramienta* (nivel supraordenado), *alicates* (nivel básico) o *alicates de puntas redondas,* (nivel subordinado). Otro objeto puede ser designado como *mueble*, *sillón* o *sillón-giratorio.*

A los niveles más altos corresponden las *categorías de nivel supra*ordenado que son las más generales. *Animal*, *herramienta* y *mueble* pertenecen al nivel de categorías supraordenadas. *Ave*, *alicates* y *sillón* pertenecen a categorías de *nivel básico* o intermedio. Por último, *pato*, *alicates de puntas redondas y sillón giratorio* pertenecen a un nivel subordinado, más concreto, siendo, pues, estas últimas, categorías más específicas. Las categorías de *nivel básico* son moderadamente específicas, ni demasiado generales, ni muy específicas.

El ***nivel básico*** de categorización o nivel intermedio tiene un especial relieve y significación en el marco de la categorización, aprendizaje de conceptos y procesos cognitivos en general. Si se percibe un ser de cuatro patas, con el cuerpo cubierto de pelo, que ladra y mueve la cola, identificándolo como lo que es, hay más probabilidad de que se diga que es un *perro* (nivel básico), en vez de decir que es un *animal* (nivel supraordenado) o que es un *fox-terrier* (nivel subordinado). Decir que es un *animal* entrañaría poca información identificativa, puesto que también es animal un gusano y un elefante. Decir que es un fox-terrier añadiría muy poca información a la ya contenida en el concepto "perro". La tendencia a utilizar, en la experiencia ordinaria, el *nivel básico* confiere a este nivel intermedio de abstracción un estatus especial, psicológicamente privilegiado, constituyendo un principio de categorización de notorio relieve en el ámbito conceptual, comunicativo y didáctico.

En varias investigaciones se verificó que los participantes consignaban más atributos en el nivel básico que en cualquier otro. En el caso del *destornillador* consignaban: barra metálica, mango más grueso, longitud de entre 10 y 20 centímetros, etc. Para el nivel supraordenado, *herramienta*, añadían muy pocos atributos, pues efectivamente, resulta difícil descubrir los atributos comunes a todas las herramientas que se puedan conocer. Asimismo, para el nivel subordinado, específico del *destornillador de punta de estrella* se limitaba a añadir, a los tributos ya señalados para el nivel básico, la forma de estrella en su extremo inferior. En definitiva, el nivel básico contiene una notable información, sin que sea excesivamente abstracta, ni detallada o minuciosa. (Rosch y otros, 1976; Tversky y Hemenway, 1984).

Los objetos se categorizan con mayor celeridad en nivel básico, por su contenido informativo más inmediato y claro. El especial relieve del nivel básico se debe a que entraña mayor contenido informativo diferencial, con el menor coste o esfuerzo cognitivo. (Mayor, 1986; Murphy, 1991; Markman y Wisniewsky, 1997).

Los miembros o elementos de las categorías de nivel básico suelen compartir una configuración perceptiva general y se evocan más rápidamente. Los conceptos de nivel básico son los que primero se aprenden y con los que habitualmente se

opera en la identificación de las cosas en la experiencia ordinaria, empleándose sus nombres con mayor frecuencia. (Kosslyn y otros, 1995; Biederman, 1999).

Los niños adquieren con más facilidad los vocablos correspondientes al nivel básico y en el lenguaje de los adultos tales vocablos predominan sobre los correspondientes a los niveles supraodenados. (Murphy y Wisniewsky, 1989).

Pero, a medida que, por la experiencia y la teoría, se progresa en el dominio de un área determinada, las categorías específicas de nivel subordinado, inferior, pasan a ser de nivel básico. Así, *perro* puede ser el nivel básico para la mayoría de las personas; sin embargo, para quien se dedica a criar y domesticar perros, *fox-terrier* puede adquirir las características y funciones de nivel básico. Por consiguiente, mediante la experiencia y el estudio, con análisis progresivamente más detallados o profundos, se producen cambios en la estructura categorial y los conceptos. Esto es, sobre la base del aprendizaje implícito, desempeña una función decisiva el aprendizaje explícito e intencional, con la formación de redes conceptuales que entrañan distintas posibilidades en el marco de los niveles de las categorías semánticas, su estructura y relaciones. (Johnson y Mervis, 1997).

Por otra parte, las ***categorías basadas en propósitos,*** derivadas de metas, o categorías *ad hoc*, que no son categorías jerárquicas, operan muy frecuentemente en la experiencia ordinaria y en el ámbito del aprendizaje escolar. Por ejemplo, la categoría formada por *documentos, escritos, monedas, fotografías familiares, animales domésticos y niños* parecería disparatada. Pero, aunque no exista similitud física entre sus miembros, sin embargo todos pertenecen a la categoría "cosas-que-se-salvarán-en-un-incendio", por lo que resulta coherente en relación con el propósito. Son de este tipo la categorías "instrumentos de dibujo", "equipamiento de un montañero" o "alimentos de una dieta", sin semejanza perceptiva entre sus miembros, que no se ajustan a las características propias de la jerarquía taxonómica. En la categoría *"alimentos de una dieta"* anti-obesidad, los alimentos se ponderan o valoran respecto de su menor aporte de calorías, cuyo *ideal* sería cero calorías. En la categoría "equipamiento de un montañero" (anorac, botas, guantes, cantimplora, brújula, etc.), existe escasa semejanza física entre los objetos pertenecientes a la misma y respecto de un posible prototipo. Sin embargo, respecto de un *ideal*, unos elementos son mejores ejemplos que otros por su contribución a la protección del montañero en situaciones adversas y, en su caso, al mantenimiento de sus constantes biológicas, como el *ideal* que proporciona coherencia a la categoría. La categoría *ad hoc*, derivada de una meta o basada en un propósito puede ser coherentemente representada por un concepto, aunque no existan semejanzas perceptivas entre sus miembros. Si se utilizan repetidamente, de modo consistente, pueden retenerse establemente en la memoria semántica, operando coherentemente en los procesos cognitivos y el aprendizaje.

De todo lo anterior se colige que la *semejanza* o similitud percibida entre elementos no es el factor único en la configuración de categorías y formación de con-

ceptos que las representan. Por sí sola, la *semejanza* de atributos o rasgos percibidos proporciona únicamente una parte de la explicación. Efectivamente, las cosas semejantes tienden a pertenecer a la misma categoría y si se parecen superficialmente suelen ser semejantes en aspectos más profundos, pues estructura y función tienden a correlacionarse.

Pero, la naturaleza de los estímulos, experiencias personales, conocimiento formal o teoría, propósito y contexto hacen variar las relaciones de semejanza, según el peso relativo asignado a los distintos atributos, comunes y distintivos, de los objetos. Por ejemplo, en lo concerniente a la influencia del contexto, un español, un noruego y un turco se perciben como más semejantes entre sí en una calle de Pekín que en una calle de Cuenca. La identificación y ponderación de los diferentes rasgos o atributos puede variar en función de que se atienda a la información gruesa y superficial o a la información profunda, fina y detallada como ocurre, por ejemplo, en el procesamiento de una imagen. (Schyns y Oliva, 1999).

Aunque la semejanza perceptiva como esquema único no explique la categorización en su totalidad, ni constituya la piedra angular de la estructura conceptual; sin embargo, suele ser lo suficientemente estable como para suministrar la base de una categorización inicial. Por lo tanto, aunque falible, la similaridad constituye un heurístico, pauta o esquema inicial en la categorización. Pero, bien entendido que, cuando una mayor información indica que la semejanza resulta inapropiada, es pronto descartada. Por tanto, la categorización sobre las bases de la similitud perceptiva es efectiva muchas veces, pero cederá el paso al conocimiento más profundo de principios teóricos. Esto es, como esquema general puede modificarse por el incremento en el conocimiento de propiedades internas, estructurales o funcionales, afectando decisivamente a la estructura conceptual.

En virtud del incremento del conocimiento sobre las aves, los peces y los mamíferos el aprendiz ya no categoriza a la ballena como un pez o al murciélago como un ave. Por tanto, se utiliza semejanza y teoría como principios en la estructuración de categorías y formación de los conceptos. Ambas se relacionan de tal modo que la teoría puede contribuir, en muchos casos, a determinar lo que es semejante y la similaridad física puede influir en el desarrollo, interpretación y aplicación de la teoría. Pero, en cualquier caso que la semejanza sea o no determinante único y exclusivo en la explicación de la categorización, no obsta a que la categorización sea decisiva en la cognición y la acción humana

Desde la infancia, a lo largo de la vida se van construyendo categorías y representaciones de las mismas como resultado del aprendizaje implícito, incluida la influencia ejercida por las etiquetas léxicas empleadas ordinariamente. En las interacciones con los objetos, se va descubriendo que ciertas propiedades de los estímulos están *correlacionadas* o *relacionadas entre sí*, de manera que ciertas propiedades o características se dan conjuntamente en determinados objetos. En la

base de la construcción de las categorías naturales se hallan las relaciones o correlaciones existentes entre atributos de los objetos, de modo que la presencia de ciertos rasgos supone la aparición de otros, formándose representaciones de categorías naturales que entrañan información probabilística sobre la estructura correlacional del mundo real. Tanto o más que en la semejanza percibida entre los elementos o miembros de las categorías, la estructura de estas, los conceptos que las representan y procesos de categorización, se basan en experiencias y conocimientos adquiridos sobre el mundo (Keil, 1995; Wattenmaker, 1995, Medin y Heit, 1999).

En sus interacciones con los objetos, como miembros de las distintas categorías, el aprendiz descubre regularidades y elabora teorías implícitas que resultan de un gran valor descriptivo y predictivo. Susan Carey mostró que ya en los niños de 6 años, su rudimentarias teorías biológicas influyen netamente en la estructura de su concepto de animal (Carey, 1985).

En la categorización intervienen experiencias, teoría, propósitos y contexto. En un experimento de categorización de árboles participaron tres tipos de profesionales: profesores de botánica, paisajistas urbanísticos, que se ocupan del diseño de la vegetación en la ciudad, y jardineros encargados de su mantenimiento, poda, saneamiento o nueva plantación. Su conocimiento y experiencias con los árboles influyeron sensiblemente en su clasificación. Conforme a su conocimiento científico, los botánicos clasificaron los árboles siempre según los géneros propios de la taxonomía botánica. Los diseñadores paisajistas se atuvieron en general a esa taxonomía; aunque en alguna categoría incluyeron ciertos árboles de género distinto, al considerar atributos de índole estética, como el tamaño del árbol y ritmo de crecimiento. Asimismo los jardineros, encargados del mantenimiento, tomaron en consideración atributos de orden práctico como tamaño, dificultad de su mantenimiento y suciedad urbana que producen ciertos árboles de hoja caduca. (Medin y otros, 1997).

Por otra parte, la categorización no se reduce al simple y directo emparejamiento de rasgos o atributos; sino que implica una relación *explicativa*, al modo de la relación entre los datos y la teoría en general. Por ejemplo, al percibir que un hombre se arroja vestido a un estanque, puede inferirse que esta borracho. Pero, no como resultado de emparejar "arrojarse a estanques" como uno de los atributos del concepto de "borracho"; sino por el conocimiento (teoría) de que la excesiva ingestión de alcohol produce la pérdida del juicio, explicándose así tal comportamiento; pues la categorización implica procesos inferenciales, tanto o más que juicios sobre semejanza.

El análisis de las diferencias entre noveles y expertos o especialistas ha mostrado una mayor jerarquización de las categorías, en la perspectiva vertical, por parte del experto. Frente a una estructura más plana u horizontal en el novato, destaca la estructura piramidal del especialista. En el ámbito de su específica área de conocimiento, el experto establece múltiples e intensas relaciones entre los conceptos que

se integran en amplias redes semánticas que operan con destacada efectividad. (Medín, Lynch y Solomon, 2000).

En virtud del aprendizaje explícito e intencional propio de la institución escolar, a medida que el conocimiento del estudiante se aproxima al conocimiento del especialista en zoología, dentro de la categoría de mamíferos distingue las subclases, ordenes o categorías de proboscideos, quirópteros, cetáceos, etc.

En la c*ategorización* opera el sistema conceptual resultante de la propia experiencia y del análisis de la estructura de los seres naturales mediante aprendizaje intencional. En la medida en que el aprendiz elabora conocimiento sobre biología, es capaz de categorizar seres naturales del reino *animal* o del reino *vegetal* y también del reino *moneras* o del reino *protistas.*

La construcción de las categorías y formación de los conceptos que las representan deviene de la progresiva acumulación de experiencias en las interacciones con los objetos y del incremento del conocimiento sobre sus atributos externos e internos, basado en los principios de la teoría elaborada en los procesos de aprendizaje intencional, que comporta modificaciones en la estructura categórica y sistema de conceptos, generando *cambios conceptuales.*

El ***cambio conceptual*** se inscribe en las intencionalidades sustanciales del proceso educativo en el ámbito escolar. En sus interacciones con el entorno, el aprendiz ha ido generando un conocimiento implícito, intuitivo que resulta, en ciertos aspectos, incompatible con las teorías científicas, requiriendo cambios conceptuales. Diversas investigaciones han mostrado que los estudiantes de educación primaria y secundaria poseen concepciones intuitivas o teorías implícitas sobre los fenómenos físicos elaboradas a lo largo de su experiencia cotidiana en sus interacciones con el entorno, en cuya virtud dan respuestas inadecuadas, incompletas o erróneas sobre cuestiones de energía, inercia, gravedad, velocidad de aceleración, etc. Esas ideas preconcebidas o creencias personales obstaculizan o dificultan la comprensión de principios científicos básicos y son de difícil desarraigo, pues, en principio, los sujetos consideran que sus propias concepciones son mejores que los principios de la física newtoniana, clásica, que, en ciertos aspectos, les resultan contrarios a sus propias intuiciones. (McClosely, 1983; Linn, Songer y Eylon, 1996; Schnotz, Vosniadou y Carretero, 2006).

El aprendizaje significativo y la comprensión requieren ineludiblemente relacionar la nueva información con el conocimiento previo. Pero, una parte importante de ese conocimiento del aprendiz está constituido por conocimiento protocientífico, intuitivo, o teorías implícitas generadas en sus interacciones con las cosas del entorno que entorpecen o dificultan los procesos de asimilación y acomodación de conceptos científicos, en sentido piagetiano. Por consiguiente, se requiere lo que puede considerarse como un proceso de des-aprender para re-elaborar el específico sistema conceptual de naturaleza científica, revisando las representaciones anteriores a la luz del nuevo conocimiento y modificando los esquemas mentales precedentes.

Las personas procesan constantemente una abundante información sobre el entorno, atendiendo a atributos muy evidentes de objetos o fenómenos, percibiendo ciertas relaciones, correlaciones, o regularidades tal que la presencia de ciertas propiedades o atributos supone la aparición de otros: cuanto más pesado es un objeto, más fuerza hay que hacer para moverlo o cuando es grande el tamaño de las aves es menos probable que vuelen, como ocurre al avestruz o el ñandú. En virtud de las covariaciones, relaciones de contingencia y regularidades detectadas, mediante procesos asociativos, organizan la complejidad informativa, elaborando un tipo de conocimiento implícito, con una función simplificadora y reductora de la copiosa información recibida. Este tipo de conocimiento cotidiano basado en un esquema causal lineal, con cierta coherencia interna, les resulta útil para describir y predecir situaciones y sucesos; pero, entraña dificultades en orden a la compresión y explicación de *por qué* suceden. Tales representaciones mentales tienen muchas *restricciones* estructurales en relación con las teorías explicativas, explícita y sistemáticamente elaboradas, correspondientes a las distintas áreas de conocimiento como la física, la biología, geografía o economía.

Las teorías explícitas de naturaleza científica constituyen representaciones complejas de índole interpretativa y explicativa, que requieren comprender las situaciones como sistemas en interacción con causalidad múltiple y recíproca, con lo que no resultan compatibles con la estructura de las concepciones personales o teorías implícitas del aprendiz, haciéndose, pues, necesario un cambio conceptual o reestructuración cognitiva.

Pero, teniendo tan relevante significación el cambio conceptual en el ámbito del aprendizaje intencional y sistemático en las áreas del curriculum escolar; sin embargo, la acción docente habitualmente enderezada predominantemente al incremento de conocimientos en cada área o dominio específico, se preocupa menos de su reestructuración. Como indica Pozo "la investigación sobre el aprendizaje y la comprensión en dominios específicos del conocimiento ha venido mostrando de manera insistente que la enseñanza produce en la estructura del conocimiento cambios menores de lo que sería de desear" (Pozo, 2003, p. 282).

Una primera condición para el cambio conceptual requiere poner de manifiesto el conocimiento implícito del aprendiz, con su toma de conciencia, que no suele producirse de forma espontánea. El modo de acceso al conocimiento intuitivo o teorías implícitas del aprendiz, para conocerlas y luego modificarlas, requiere la *activación* de las mismas, mediante una sistemática intervención docente. La subsiguiente confrontación con la correspondiente teoría científica, comprensiva y explicativa de la situación, crea un *conflicto cognitivo*, cuya solución o superación produce el necesario cambio conceptual. (White, 1993, Demastes, Good y Peebles, 1996).

La situación de aprendizaje puede, pues, plantearse como un conflicto *empírico*. El aprendiz puede comprobar empíricamente que determinadas hechos entran

en conflicto con sus precedentes creencias sobre los mismos, viéndose obligado a reestructurar su conocimiento precedente. La situación puede plantearse también como conflicto *teórico*, a través de la enseñanza directa de la teoría, analizando las diferencias entre esta y las concepciones o creencias previas del aprendiz.

El proceso de cambio conceptual requiere hacer explícitas las propias preconcepciones o teorías implícitas del aprendiz, la toma conciencia de las mismas y su comparación empírica y teórica con el conocimiento científico, con análisis de diferencias y reestructuración cognitiva.

En síntesis, la acumulación de situaciones y problemas que entrañan un conflicto cognitivo concerniente a un núcleo de conocimiento o unidad de aprendizaje, induce cambios cognitivos progresivamente más profundos o radicales que permitirán la asimilación y acomodación de nuevos conocimientos, capaces de explicar nuevos ejemplos y resolver nuevos problemas. Dichas situaciones pueden producir expansión del conocimiento, ajuste o reestructuración profunda, con la construcción de nuevos esquemas cognitivos.

11. ESTRUCTURAS Y REDES COGNITIVAS EN LA ORGANIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO

11.1 Redes conceptuales: el modelo jerárquico

El acceso léxico como un modo de indagar las relaciones entre los significados de las palabras ha desempeñado un importante papel en el análisis de la estructura y organización del conocimiento en la memoria semántica En la medida en que la activación de una unidad léxica facilita o acelera el acceso a los elementos semántica o conceptualmente relacionados, se supone la existencia de alguna forma de organización de los significados o unidades de conocimiento. El ya clásico estudio de Meyer y Schvaneveldt (1971) mostraba que la decisión léxica respecto de determinadas palabras (médico/ mantequilla) se producía más rápidamente si otra palabra semánticamente relacionada había sido presentada previamente (enfermera/ pan). Por tanto, la mayor probabilidad de que un concepto evoque a otro u otros afines o relacionados, (a diferencia de lo que ocurre cuando los conceptos no tienen relaciones entre sí), indica una forma de estructuración del conocimiento.

El estudio sistemático de las diferencias de tiempo en el acceso a distintas palabras y la verificación de frases u oraciones ha sido muy frecuentemente utilizado por los investigadores. Estos formulan preguntas sobre determinadas palabras, verificando sistemáticamente las diferencias de tiempo, milisegundos, que tardan en producirse las respuestas a unas y otras, según que esté relacionadas o no, comprobando que resultan más fácilmente accesibles cuando sus significados son afines o están relacionados. En función de los tiempos de reacción sistemáticamente observados se puede conjeturar la estructura del conocimiento subyacente y elaborar modelos que representen la organización del mismo.

¿Cómo se estructuran las unidades de conocimiento? Diversos estudios han ido mostrando que la memoria semántica esta organizada con arreglo a los contenidos. Los modelos simbólicos de redes semánticas explican la organización del conocimiento como una estructura reticular con múltiples interconexiones en que se fundan los procesos de la memoria humana y los más altos niveles de la cognición.

En la descripción de la organización del conocimiento se utiliza la *metáfora* referida a la conocida estructura de una red física, formada por nudos de cada uno de los cuales parten varios hilos que enlazan con otros nudos y así sucesivamente. Si se tira suavemente de un nudo todos los de su entorno se mueven, expandiéndose el efecto en función de sus distancias al nudo origen. Los nudos equivalen a los denominarán *nodos* (unidades conceptuales) y los hilos a los *enlaces* (relaciones conceptuales).

Los modelos de red, sucesores de los modelos asociacionistas simples, sostienen que los conocimientos están almacenados como redes organizadas de conceptos

y palabras (nodos), conectados a otros por enlaces o trayectorias asociativos/semánticas. Al percibir una palabra o prestar atención a un concepto se activa el nodo correspondiente, desde el que se difunde la activación a los nodos relacionados con el mismo en la respectiva red conceptual, mediando en los procesos de la memoria semántica y comprensión del significado.

El **modelo jerárquico de red semántica** tuvo como punto de partida la elaboración de un programa informático para la comprensión de oraciones realizado por Ross Quillian (1968). Este informático y el psicólogo Alan Collins desarrollaron el denominado Teachable Language Comprehender (TLC) como un modelo jerárquico de red semántica o conceptual. (Collings y Quillian, 1969 y 1972).

Suponen que el resultado de la continua acumulación en la memoria semántica del significado de palabras, se organiza como una red jerárquica de asociaciones. Este modelo ejerció una notable influencia en las investigaciones sucesivas sobre organización del conocimiento en la memoria semántica, tal que su planteamiento y conceptos fundamentales han continuado utilizándose.

Aunque superado en muchos aspectos, parece didácticamente conveniente comenzar analizando brevemente este modelo, al objeto de alcanzar una mejor comprensión de teorías y modelos más complejos y de mayor capacidad explicativa posteriormente desarrollados, como, por un lado, el denominado *control adaptativo del pensamiento* (ACT) y, por otro, el conexionista de *procesamiento distribuido en paralelo*.

La ***estructura*** del conocimiento se representa como red de conceptos organizados *jerárquicamente*. Este modo de organización especifica las relaciones esenciales entre los conceptos. Así, los conceptos "gorrión", "pato" y "águila" están organizados en relación con la categoría supraordenada, inclusiva, de *ave*; mientras que, a su vez, los conceptos de ave, pez, mamífero y otros, están incluidos en la categoría más general de *animal*. El principio fundamental es, pues, que los conceptos están organizados jerárquicamente.

Esa red semántica está formada por *nodos* y *enlaces*, en que los nudos o *nodos* de la red corresponden a ideas, conceptos o esquemas mentales; mientras que los *enlaces*, que conectan dos o más nodos, corresponden a las relaciones existentes entre los mismos.

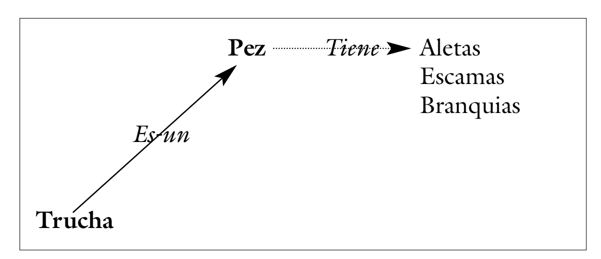
Cada nodo o concepto está relacionado con otro concepto *supraordenado*, en virtud de su pertenencia a esa categoría superior, siendo, pues, la relación de índole jerárquica. El concepto "trucha" *pertenece a* la categoría supraordenada *pez*, que a su vez *pertenece a* la categoría superior *animal*. Estas relaciones entre los nodos o conceptos son del tipo "*es-un*", como en la relación la trucha *es-un* pez *(trucha* → *pez*) o la relación el pez *es-un* animal (*pez* → animal). Es decir, los conceptos más específicos están vinculados a los conceptos más generales, mediante conectores de *inclusión de clases*. La relación del tipo *es-un* tiene una *dirección*, desde el nodo o concepto

de origen al nodo de la respectiva categoría supraordeada, cuan asociaciones de pertenencia a clases (trucha → pez).

Otro tipo de relación es la del tipo *tiene*, especificando que el nodo posee una propiedad, como en la proposición “La trucha *tiene* escamas (cicloideas)”. Esto es, la relación del tipo *tiene* concierne a las propiedades de nodo: el pez *tiene* aletas; *tiene* escamas; *tiene* vértebras; *tiene* respiración branquial; etc.

Por tanto, los enlaces tienen una *dirección*, desde el concepto o nodo origen, al nodo supraordenado o a una propiedad del mismo como término de la relación.

Repárese en que, aunque designados por determinadas palabras o símbolos, los nodos corresponden a conceptos o ideas. Un mismo concepto puede ser denotado por palabras distintas, según la lengua empleada: *pez, fisch, pesce, peixe, poisson, fish*, etc. (Se sigue la convención de escribir entre comillas la referencia a conceptos con *cursivas* la referencia a palabras).



En la figura precedente hay dos nodos, donde una palabra simboliza el concepto “trucha” y otra simboliza el supraordenado concepto “pez”. El concepto “trucha” está relacionado con el concepto “pez” por cuanto que la trucha *pertenece* a la categoría pez, más general, siendo un miembro de esa categoría supraordenada, según la relación del tipo *es-un* simbolizado por la flecha.

Otra flecha simboliza la relación del tipo *tiene,* indicando una *propiedad* del nodo o concepto “pez” consistente en tener *aletas.* Una propiedad o atributo común a un conjunto o clase de cosas se retiene o almacena en la memoria semántica en el nivel correspondiente a esa clase o categoría, sin incluirse redundantemente en cada uno de los nodos de nivel subordinado. Así, la propiedad de tener *aletas* ya está contenida en el nodo “pez”, como concepto más general, sin incluirse en los nodos de nivel subordinado: trucha, bacalao, tiburón, etc.

Asimismo, la propiedad de tener *alas* está contenida en el nodo “ave”, sin que haya de incluirse en los nodos subordinados, como “pájaro” (paseriformes), “rapaz” (falconiformes), etc. Igualmente, una propiedad común o atributo propio del conjunto de los peces, los anfibios, los reptiles, las aves y los mamíferos, como la de tener esqueleto, estará almacenado en el nodo de nivel superior: nodo “vertebrados”. La información respecto de la peculiaridad de aquellas aves que no vuelan (avestruz, pingüino, etc.) estará contenida en su correspondiente nodo particular.

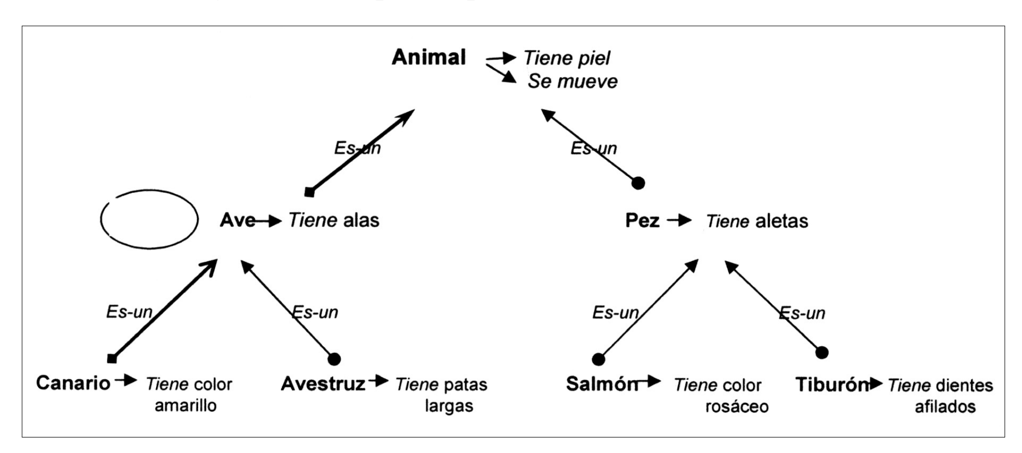
Además de la posibilidad de realizar inferencias que entraña esta organización jerárquica, Collins y Quillian destacan el principio de la economía cognitiva, evitando una sobrecarga o excesivo consumo de memoria, análogamente a lo que ocurre con un ordenador.

El ***procesamiento*** de la información será congruente con la descrita *estructura* de red de conceptos jerárquicamente organizados. El principio básico respecto de este tipo de redes conceptuales es que los impulsos de activación circulan a través de la red, de un nodo a otro, en la *dirección* propia de los enlaces entre los mismos, marcando los nodos implicados en el procesamiento.

Por ejemplo, en el procesamiento para verificar si es verdadera la proposición "El pato tiene pico", desde pato el impulso de activación sigue la dirección de la relación *es-un*, hasta el nodo *ave*. Aquí, está incluido el atributo *pico*, como una propiedad del nodo ave, según la relación *tiene*. En su virtud, es posible verificar que la proposición es verdadera, puesto que un pato es un ave, especificado por la relación *es-un* y las aves tienen pico, especificado por la relación *tiene*. Según este proceso, los modelos de red semántica dan cuenta de las inferencias a partir de la información disponible en la memoria semántica.

Puesto que *tener* pico es un atributo propio de la categoría *ave*, estará contenida o incluida en este nodo, implicando el proceso de pasar del nodo "pato" al nodo "ave", donde se dispone de la información específica, requiriendo tiempo para determinar: a) que un pato es un ave y b) que las aves tienen pico.

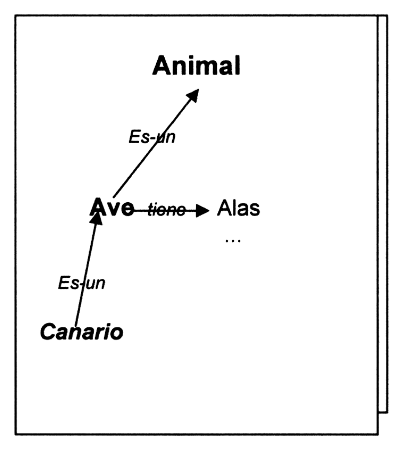
Puesto que el pato *es-un* "ave" y las aves *tienen* pico, entonces la "pato" *tiene* pico, por lo que la proposición se verifica como verdadera, en virtud de un proceso de inferencia, según los conceptos disponibles en la memoria semántica.



En la investigación de la organización del conocimiento en la memoria semántica se ha utilizado la estrategia consistente en la sistemática medida y análisis del *tiempo de reacción* en tareas mentales de verificación de proposiciones, en que se

responde si es verdadera o no. Supóngase que el sistema cognitivo ha de verificar, si es verdadera o falsa, cada un de las proposiciones afirmativas siguientes:

1. *Un canario es un canario.*
2. *El canario es un ave.*
3. *El canario es un animal.*



Por supuesto, la verificación de la primera requerirá muy pocos milisegundos, dada su índole tautológica. La verificación de la segunda necesitará más tiempo, pues requiere avanzar en la red conceptual jerárquica desde el nodo *canario* al nodo siguiente de la categoría *ave*. La tercera proposición implica ascender a una categoría superior, pasando del nodo *canario* al nodo *ave* y después al nodo *animal*, por lo que requerirá aún más tiempo. Por tanto, se supone que el tiempo requerido (milisegundos) en verificar si la proposición es verdadera o falsa, indica la estructuración del conocimiento en niveles jerárquicos por los que sucesivamente se asciende.

En los modelos de red, el acceso al conocimiento disponible en la memoria semántica implica un proceso de búsqueda, a través de los nodos, guiada por el tipo de relaciones entre los mismos, hasta encontrar la información precisa, en cuya virtud se decide si la proposición es verdadera o no.

La verificación de la oración *La trucha es un animal* implica un proceso de búsqueda, que iniciado en los dos nodos específicos de entrada, *trucha* y *animal*, se expande sucesivamente a través de los nodos asociados, hasta que ambos itinerarios se encuentran, en el nodo *pez*, registrándose la correspondiente *intersección*. Aunque la búsqueda se realice en paralelo, para verificar la proposición, se requiere algún tiempo hasta alcanzar la *intersección*, que variará según los nodos de los sucesivos niveles atravesados (distancia jerárquica).

En general, la interpretación de los resultados anteriores, se funda en los robustos efectos de la *relación semántica*, aunque limitada, en este modelo, a la ordenación de índole jerárquica. Aunque inicialmente se confirmaron experimentalmente las predicciones de este modelo; sin embargo, más tarde surgieron determinados problemas, ya que ciertos datos experimentales no podían explicarse en el ámbito del mismo (Conrad, 1972, Baddeley y otros, 1984).

Repárese en las dos proposiciones siguientes:

"Un canario es un ave"

"Un avestruz es un ave"

En ambas la distancia jerárquica entre sus respectivos nodos es la misma. Sin embargo, se comprobó que la verificación (v-f) de la primera se realizaba más rápidamente que la segunda, lo cual no encaja en la lógica del modelo. La explicación de este fenómeno radica en que, dentro de la categoría ave, el concepto "canario" es más *típico* que "avestruz". Pues, bien, como se expuso en el capítulo anterior, reiteradamente se ha comprobado el *efecto de tipicidad*, según el cual el prototipo o ejemplos típicos de la categoría son más fáciles de categorizar que los menos típicos, siendo, en este caso, más típico canario que avestruz. Por consiguiente, esta constatación pone de relieve que además de las relaciones jerárquicas, otras de distinto tipo y potencialidad operan en la organización del conocimiento y procesamiento de la información.

Repárese ahora en las dos proposiciones siguientes:

"Una gallina es un animal"

"Una gallina es un ave"

Evidentemente, respecto de gallina, "animal" corresponde a un nivel más alto que "ave", jerárquicamente más distante. No obstante, se constata que en la decisión, verdadero/falso, se emplea menos tiempo que en la segunda proposición, lo cual tampoco se ajusta al *efecto de jerarquía*, esencial en este modelo patrocinado por Collins y Quillian. A tenor de las diversas verificaciones experimentales, este modelo fue revisado introduciendo ciertas modificaciones y prescindiendo de su estricta índole jerárquica.

11.2 Distancia semántica y propagación de la activación

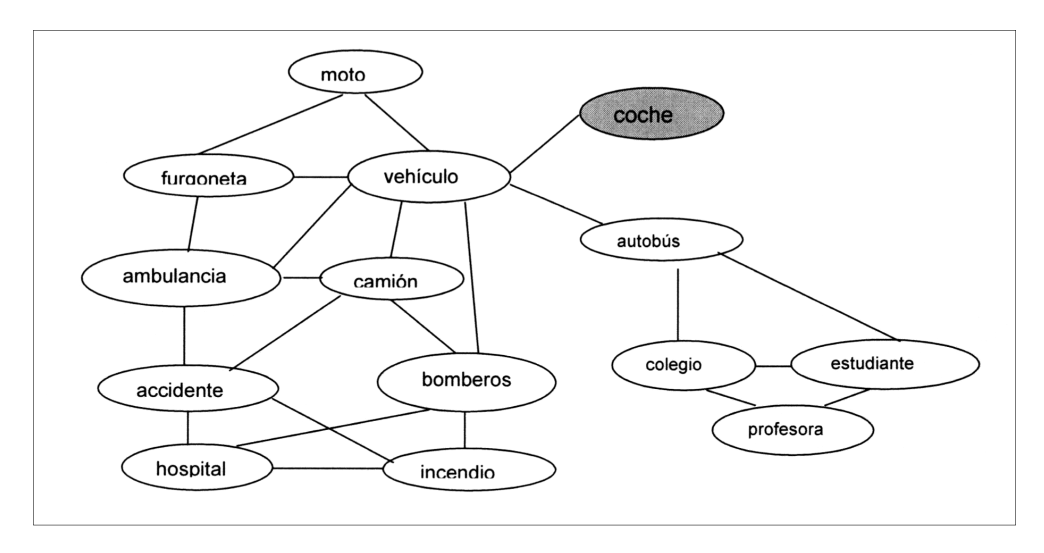
La revisión del modelo anterior, llevada a cabo por Collins y Loftus (1975), mantiene sus principales supuestos, hallazgos y metodología, aunque con una estructura más flexible y multidireccional. Ya no se postula que las relaciones entre nodos o conceptos se limiten exclusivamente a las de tipo vertical de naturaleza jerárquica; sino que las relaciones entre conceptos pueden ser de diverso tipo. Aunque se mantienen las relaciones supraordenadas de tipo *es-un* (pertenencia a clases); sin embargo, se considera que en la organización del conocimiento y procesamiento de la información, también operan otros tipos de asociaciones de igual o superior potencialidad. Efectivamente los conceptos de "mantequilla", "pan" y "cuchillo" están relacionados, sin que tales relaciones sean de índole jerárquica. Aunque sin estar jerárquicamente relacionados, también conceptos de "ciruela" y "mermelada"están intensamente asociados. En cambio, *uvas* y *tijeras* se asocian muy débilmente. Un principio fundamental es, pues, que los conceptos pueden estar vinculados por distintos tipos de relaciones. (semánticas).

En esta nueva versión del modelo de red semántica son esenciales las ideas de *distancia semántica* entre nodos o conceptos, como base de la estructura, y de *propagación de la activación* entre los mismos, como base del procesamiento, ambas estrechamente involucradas.

En la ***estructura*** de la red como organización del conocimiento es clave la *distancia semántica* entre los conceptos, que implica grados de intensidad distinta en las relaciones entre los mismos, que puede ser fuerte, débil o nula. La distancia semántica entre *bellota* y *encina* es más corta que la distancia semántica existente entre *uvas* y *agua*, empíricamente verificada.

En este marco ya se explica el efecto de *tipicidad*, así como el muy vinculado efecto de *frecuencia*. Es decir, los ejemplos más típicos de una categoría están a una menor distancia semántica que aquellos otros menos típicos o atípicos, siendo, por tanto, más rápida la verificación de proposiciones. Como ya se ha señalado, se colige que los conceptos están semánticamente más próximos, con una relación mas intensa, cuando es más rápida verificación de proposiciones. Así, la distancia semántica entre *legumbre-garbanzo* es más corta o más proxima que la existente entre *legumbre-haba*, ya que garbanzo es más típico de la categoría legumbre. Igualmente, el enlace zanahoria-hortaliza es más intenso que el enlace nabo-hortaliza, por ser más típica la primera que el segundo. Asimismo, los enlaces *frecuentemente* utilizados tienen mayor potencia asociativa, debilitándose con el desuso. (Ruiz-Vargas, 2002).

Un principio fundamental es, pues, que entre los conceptos existen distintas distancias semánticas diferentes, de tal modo que una menor o más corta distancia semántica significa una vinculación más intensa entre los mismos. Por tanto, la intensidad de la relación entre los conceptos, manifestada en términos de *distancia semántica* entre los mismos, es esencial en el modelo.



El ***procesamiento*** de la información está basado en la *propagación de la activación*, siendo la *distancia semántica* entre los nodos el factor que influye principalmente en la *propagación de la activación*. Así, al percibir el nombre de un concepto, activándose el correspondiente nodo, se inicia un proceso de *propagación de la activación* a los nodos relacionados. Efectivamente, a partir del concepto “pan”, la activación se propaga inmediatamente a “harina”, “empanada”, “mantequilla”, etc. asociados a aquel. A partir de “egipcio” se activa “faraón”, “momia”, “pirámides”, “Nilo” y otros, dependiendo de los conocimientos previos del sujeto.

La activación iniciada en un nodo se difunde a los nodos de la red conceptual con tanta mayor facilidad cuanto menor sea su distancia semántica a los mismos. Esto es, una menor distancia semántica entre los conceptos facilita la propagación de la *activación* en la red semántica.

Por tanto, la activación de un concepto situado en una posición central de una red semántica, rica en relaciones, activará múltiples nodos. En cambio, la activación se inicia en un concepto alejado, aislado o con escasa *frecuencia de uso*, entonces muy pocos nodos serán activados, dificultando el establecimiento de relaciones, esencial para la comprensión y aprendizaje significativo.

La activación de un nodo comporta la irradiación de la activación en las direcciones asociativas, en cuya virtud los otros nodos se hacen más accesibles. La propagación de la activación actualiza las unidades relacionadas de conocimiento, potencialmente disponibles en la memoria semántica, implicando su recuperación y utilización en el procesamiento cognitivo y el aprendizaje. Aunque con un valor más débil, esta versión de Collings y Loftus mantiene el principio de *economía cognitiva*.

En el proceso de *búsqueda*, los nodos intensamente asociados son activados de forma más o menos automática, generando un estado de mayor accesibilidad del conocimiento disponible en la memoria semántica. Por ejemplo, al oír o leer la oración *El canario es un animal*, la activación iniciada en los nodos, “canario” y “animal”, integrantes de esta proposición se propaga en la red semántica, en un proceso de búsqueda en la memoria, hasta encontrar el nodo de *intersección* de los mismos, en el nodo ave, verificando el sistema cognitivo que la proposición es verdadera.

Por otra parte, algunos conocimientos se almacenan directamente en la memoria, denominándose conocimiento pre-almacenado, cuya recuperación se produce sin el ordinario proceso de búsqueda a través de una red semántica, como ocurre con el conocimiento de que el murciélago no es un pájaro o que la ballena no es un pez, adquiridos generalmente mediante la enseñanza directa. Estos conocimientos, de los que carecen los niños más pequeños, son incorporados posteriormente, en la medida en que el conocimiento se va ampliando y modificando en el transcurso del tiempo. Esto es, la incorporación de nuevos conocimientos entraña procesos que modifican la estructura conceptual. Por otra parte, lo anterior supone

particulares relaciones *negativas* del tipo *no-es-un*, resultantes de un aprendizaje específico como, en los ejemplos que acaban de mencionarse.

En la proposición *Napoleón tenía nariz* se juzgará verdadera, sin que se haya producido un previa información o aprendizaje directo, puesto que todos los hombres tienen nariz y Napoleón era hombre, operando en virtud de la capacidad de inferencia. No obstante, también es posible que tal conocimiento pudiera haberse codificado de modo directo, al observar alguna pintura o escultura donde Napoleón aparece con una prominente nariz.

En definitiva, este modelo, que supone complicadas redes conceptuales y complejas reglas de procesamiento, ha permitido explicar una notable cantidad de constataciones experimentales. Pero, la continuidad en la investigación cognitiva ha conducido a elaboraciones teóricas con mayor capacidad explicativa, integrando los sucesivos hallazgos.

11.3 Una visión integrada de la cognición: el ACT

El denominado Adaptative Control of Thought, ACT, es inicialmente tributario de modelos precedentes, como el de Collings y Loftus, asumiendo que el conocimiento se estructura en redes semánticas, a base nodos y enlaces, con múltiples interrelaciones y que la propagación de la activación entre ellos es decisiva en el procesamiento de la información. Su progresivo desarrollo a continuado con las sucesivas reelaboraciones, denominadas ACT-E, ACT * y ACT-R (R corresponde a racional), dirigidas por J. R. Anderson en la Carnegie Mellon University. Previsiblemente seguirá, como se manifiesta ya con la versión denominada ACT-R 5.0. (Anderson, 1991 y 1996; Anderson y Lebiere, 1998; Anderson y otros, 2004).

El modelo de Control Adaptativo del Pensamiento, con detallados análisis de las formas de representación, organización y uso del conocimiento, integra una amplia variedad de fenómenos interrelacionados respecto de los procesos de la memoria, aprendizaje, razonamiento, resolución de problemas y toma de decisiones. El ACT ha evolucionado hacia una teoría de la cognición con un notable nivel de formalización, cuyos parámetros, ecuaciones y verificaciones entrañan mayores precisiones y más capacidad explicativa que los modelos precedentes. Asimismo, ha ido incluyendo elementos del conexionismo y hallazgos de la neurociencia, sugiriendo asociaciones de determinados procesos con ciertas regiones de la corteza cerebral. Evidentemente una teoría de esta índole entraña una notoria complejidad, aunque en esta sucinta descripción se analizarán preferentemente aquellos aspectos más relevantes para los procesos de aprendizaje.

El ACT constituye una unificada *teoría de la mente* cuya capacidad explicativa se basa en un sistema formado por una serie de *módulos* cognitivos diferenciados; pero, actuando conjuntamente en la cognición y la acción. La arquitectura cogniti-

va básica consiste, pues, en un conjunto de módulos, como componentes especializados de la mente, cada uno de los cuales procesa un diferente tipo de información, pero en que "todos los componentes de la mente trabajan para producir una cognición coherente" (Anderson y otros, 2004, p. 1036).

Los componentes principales del sistema son los módulos perceptivo-motores, como el módulo perceptivo *visual*, que identifica los objetos en el campo visual o el módulo *motor* que controla los movimientos manuales; el módulo *intencional* o de metas, que mantiene las intenciones u objetivos vigentes; el módulo *declarativo* concerniente a contenidos y procesos de la memoria declarativa, semántica y episódica, y el módulo correspondiente al sistema *procedimental.*

El sistema central coordina las operaciones de los módulos mediante los respectivos *buffers* o retenes que proporcionan, en cada instante, la información a que el sistema puede atender. Adviértase su semejanza con los sistemas dependientes en el modelo de memoria operativa o memoria de trabajo de Baddeley, expuesto precedentemente.

Cabe resaltar la importancia del *módulo intencional* concerniente al "conocimiento del objetivo o meta en vigor y la capacidad de mantener la cognición al servicio de tal meta, fuera de cualquier cambio en el ambiente externo".(Anderson y otros, 2004, p. 1041).

Por ejemplo, en un suma (26+36) se alcanza el resultado progresando a través de una serie de pasos ordenados, manteniendo activo el objetivo, la representación del conjunto de sub-objetivos, y la huella de los resultados parciales. El módulo intencional es, pues, responsable de mantener la trayectoria conforme a las intenciones, de modo que la acción sirva a la meta, conduciendo a ella. Por tanto, posibilita el mantenimiento del hilo del pensamiento en ausencia de estímulos externos de soporte. (Anderson y Douglass, 2001).

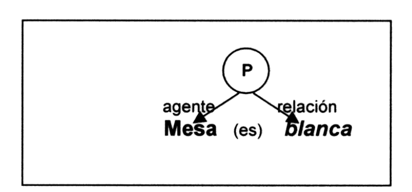
Conforme a dicha arquitectura cognitiva, esta teoría integrada de la mente explica cómo todos sus módulos componentes confluyen para producir conjuntamente una cognición coherente, pues, "aunque cada uno tiene su propio y diferenciado sistema, contribuye a la completa integración de la cognición". (Anderson y otros, 2004, p. 1037).

Para Anderson, la memoria *declarativa* y el sistema *procedimental* constituyen el "núcleo" del ACT-R. En las tareas cognitivas concretas están íntimamente imbricadas las operaciones de la memoria *declarativa*: *semántica*, concerniente a hechos y conceptos, y *episódica*, concerniente a acontecimientos o episodios personales. Ese conocimiento *declarativo* se distingue claramente del conocimiento *procedimental*, concerniente, este último, a cómo realizar acciones. Pero, las representaciones declarativas subyacen a las representaciones procedimentales, operantes en las denominadas *producciones.*

Por tanto, los componentes constitutivos de la arquitectura cognitiva operan de modo integrado, en las complejas tareas concernientes a la cognición y la acción. Como indica el propio Anderson, las actividades matemáticas en la educación secundaria implican procesamiento verbal, en la lectura, explicaciones y enunciados verbales de los problemas; procesamiento espacial de grafos y diagramas; memoria para las formulas y teoremas; junto a los procesos específicos de la resolución de problemas, con el empleo del razonamiento y las destrezas cognitivas y metacognitivas. (Anderson y otros, 2004).

En el ACT, el conocimiento está formado por redes de nodos (conceptos) y enlaces (relaciones) que se organizan en unidades de significado más amplias: las *proposiciones.* La *proposición* es la menor unidad de significado de la que puede aseverarse que es verdadera o falsa.

No es posible afirmar si *dos* o *blanca* es verdadero o falso, sin saber a qué se aplican. Pero, de la proposición "Las aves tienen *dos* patas", así como de la proposición "La mesa es *blanca*" puede aseverarse que es verdadera o falsa. Esta proposición (P) que codifica un hecho, puede representarse gráficamente del modo que se muestra en el cuadro adjunto. Las etiquetas en los enlaces (*agente*, *relación*) especifican el rol o relación semántica.



Una oración puede tener varias proposiciones, como en *la mesa es blanca y redonda*, que contiene dos proposiciones. En una se afirma que la mesa es *blanca* y en la otra que la mesa es *redonda.* Ambas tienen el mismo agente, ya que lo que se afirma en ambas proposiciones se afirma de la misma mesa concreta. De cada una de las proposiciones puede decirse que es verdadera o falsa, ya que pudiera ocurrir que la mesa fuese blanca y rectangular.

Por ejemplo, cada uno de los enunciados siguientes corresponde a una proposición:

"Fernanda regaló una flor a Garci-Fernández".

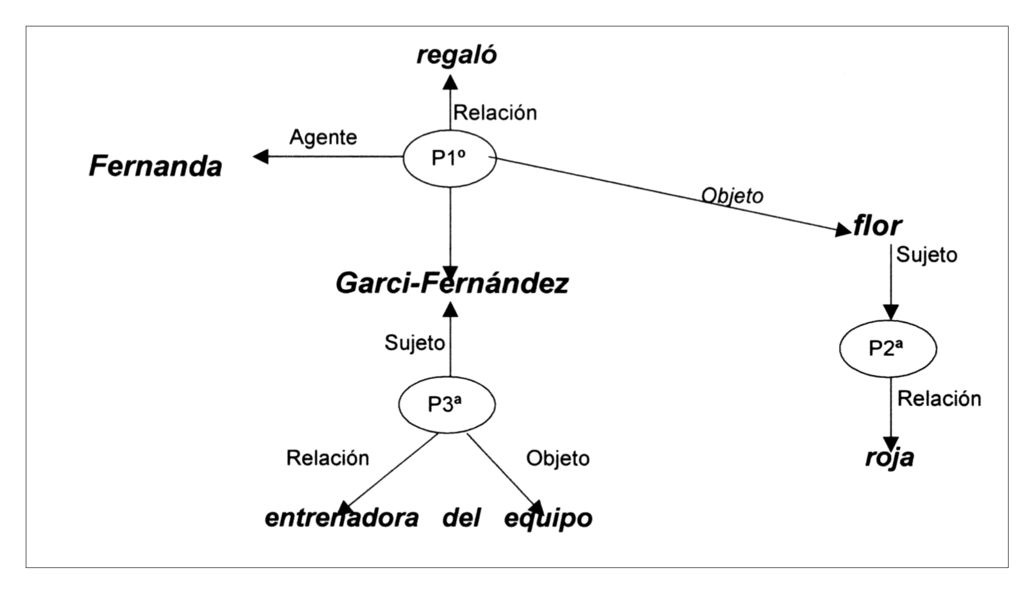
"La flor era roja".

"Garci-Fernández es la entrenadora del equipo".

Con los significados de estas proposiciones puede construirse una proposición compleja, cuan red semántica, verbalmente enunciada como una oración compuesta, según se muestra a continuación:

"Fernanda regaló una flor roja a Garci-Fernández, que es la entrenadora del equipo".

Esta proposición compleja puede representarse como una *red proposicional* o patrón de proposiciones interrelacionadas, según se muestra gráficamente en el cuadro siguiente.



En esta pequeña red proposicional, muy simplificada, cada *nodo* representa una proposición, estando los *enlaces* simbolizados por flechas. A su vez, cada uno de los *conceptos* (equipo, entrenadora, flor, etc.) podría representarse según sus relaciones y atributos llegando a forman una extensa y densa red, con decenas de asociaciones entretejidas y consiguiente complejidad en el orden cuantitativo y cualitativo, reflejando la riqueza de significados contenidos en la memoria semántica.

Repárese en que lo que se analiza son proposiciones y sus relaciones, como entidades mentales, abstractas; no palabras o expresiones verbales, orales o escritas. Como la investigación ha probado reiteradamente, son los significados, esencia de la información, lo que generalmente se retiene en la memoria; más que las palabras exactas o enunciados literales de las proposiciones. Es decir, se retienen, activan o recuperan y utilizan las ideas, como contenido sustancial de la memoria humana, cuan depósito del conocimiento organizado en significados. (Bruner, 2000).

Como se ha señalado, en las actividades cognitivas concurren conocimiento semántico o conceptual y conocimiento episódico, basados en proposiciones como unidades de significado. Así, la idea de "mesa" o la idea de "ave", constituyen conceptos o conocimiento general. Pero, en proposiciones como "La mesa es blanca" el contenido o información se refiere ya a una mesa singular y concreta.

A este respecto se establece la distinción *tipo/muestra*, en que *tipo* se refiere al *concepto* general, como el de "mesa"; mientras que *muestra* se refiere a los *ejemplos* particulares y concretos del concepto, como en el caso de determinada mesa blanca, redonda, etc.

En el ***procesamiento*** de la información resulta esencial la *propagación de la activación* de unos nodos (conceptos) a otros, a través de sus enlaces (relaciones) en la red semántica. Así, la activación iniciada al percibir una palabra (*plátano*) se propaga a aquellos nodos cuyos significados están relacionados (*amarillo, cáscara, fruta, manzana, ciruela, alimentación, etc.*) recuperándose y operando en los procesos cognitivos.

Si un nodo esta conectado a otros que son activados, entonces recibirá alguna activación de esos nodos. Asimismo, la activación propagada desde cualquier nodo o concepto se divide entre los enlaces de ese nodo, aunque recibiendo más activación los nodos más intensamente vinculados al mismo.

La activación que un nodo proporciona a otro u otros será tanto mayor cuanto mayor sea la fuerza del enlace o intensidad de la relación. Por tanto, la activación se propaga tanto mejor de un nodo a otro cuanto más intensas sean las vinculaciones o relaciones entre los mismos.

En el procesamiento de la información, la activación depende tanto del *número* de relaciones entre unos y otros conceptos, cuanto de la *intensidad* de sus relaciones. Por consiguiente, la activación de un nodo es una función del número de conceptos activados a que está vinculado y de la potencia de sus vínculos con esos nodos.

Los enlaces se hacen más potentes o intensos en la medida en que las relaciones se establecen más frecuentemente; mientras que a las relaciones infrecuentes corresponden enlaces de menor intensidad. Los enlaces más intensos son, pues, aquellos en que con más frecuencia se han codificado las relaciones entre los conceptos. Por consiguiente, la *frecuencia* con que se establecen las relaciones afecta a la fuerza de los enlaces, siendo el *efecto frecuencia* un factor decisivo.

A su vez, la fuerza de los enlaces influye en la rapidez con que se activa y hace *accesible* el conocimiento *disponible* en la memoria. Por tanto, el ACT-R incluye los bien probados hallazgos de la investigación de que el conocimiento disponible en la memoria se hace más fácilmente accesible en la medida en que se maneja con mayor frecuencia, resultando más fácil, fluida y precisa su recuperación y utilización. Por el contrario, aquellos conocimientos que no se utilizan durante prolongados períodos de tiempo resultan más difícilmente accesibles.

El incremento de la intensidad de las relaciones entre unidades de significado, según aumenta la frecuencia en que se produce la relación, determina su disponibilidad en los procesos de aprendizaje de nuevos conocimientos. Repárese en que la adquisición del nuevo conocimiento depende de las relaciones o enlaces que se

establecen con el conocimiento previo, entretejiéndose un conjunto de relaciones que se integran en redes semánticas interconectadas. También se explican así otros aspectos del aprendizaje, como su consolidación o menor debilitación en el transcurso del tiempo.

En el procesamiento de un enunciado, se activan los nodos que contienen los conceptos de la proposición, propagándose la activación a través de los enlaces de la red, hasta encontrar su intercesión. Supóngase una prueba de reconocimiento en que a una persona, que ha leído diversas oraciones sobre circulación de automóviles, se le pregunta si entre ellas estaba la siguiente: "El policía sanciona al conductor". Activados los conceptos *policía*, *sanción* y *conductor* la activación se propaga a través de los enlaces de la red hasta la *intersección* de esos conceptos, produciéndose el reconocimiento, con respuesta afirmativa. (McNamara, 1994).

Como se ha indicado, la activación de un nodo se distribuye a través de los enlaces que emanan del mismo, repartiéndose o dividiéndose entre aquellos con los que está enlazado, constituyendo el *abanico* del concepto, denominado así por la forma de su representación gráfica, semejante a la estructura de un abanico. Cuanto más amplio sea el abanico de un concepto, algunos nodos vinculados a aquel pueden tener cierta dificultad en alcanzar el necesario umbral de activación, haciéndose más lenta su recuperación y utilización en la cognición. En el ACT el *efecto abanico* se ha empleado para explicar ciertos aspectos de la interferencia entre conocimientos.

La memoria de trabajo o memoria operativa, a corto plazo, como aspecto activo del sistema de la memoria humana, tiene una función esencial en el procesamiento de la información. Un nodo activado equivale a hacerse accesible y mantenerse activo en la *memoria operativa*, donde es procesado el conjunto de nodos que han alcanzado cierto nivel de activación. Como ya es sabido, la capacidad de la memoria operativa es limitada en su amplitud, respecto del contenido o cantidad de elementos que puede mantenerse simultáneamente activos, lo que constituye, en cada momento, una limitación o restricción en el procesamiento de la información y el aprendizaje en general.

En el ámbito de regulación de la activación total que fluye en la red semántica, si un nodo deja de recibir activación, se desvanece retornando a un estado de activación muy baja o nula. Esto es, en el transcurso del tiempo cada nodo activado se va desvaneciendo y desaparece de la memoria operativa o memoria de trabajo.

El acceso a elementos informativos semánticamente relacionados permite realizar *inferencias* para responder preguntas, resolver problemas, tomar decisiones y elaborar nuevo conocimiento. Respecto al conocimiento de índole episódica, también es posible responder a una pregunta sobre cierto acontecimiento recuperando

información sobre acontecimientos relacionados. Es decir, puede inferirse la información correcta en virtud de la información relacionada a la que se logra acceder, sin que haya sido específica y directamente aprendida y, por supuesto, sin necesidad de una recuperación literal. Por tanto, el acceso a información relacionada, junto a la capacidad inferencial hace posible diversos procesos cognitivos y de aprendizaje significativo. La función de la memoria declarativa no se reduce, pues, simplemente al almacenamiento y mecánica recuperación literal de la información previamente almacenada.

El *conocimiento procedimental* concerniente a *cómo* realizar una tarea, implicando destrezas, se distingue claramente del conocimiento declarativo, por sus específicas representaciones mentales. Pero, el conocimiento procedimental se basa en un previo conocimiento declarativo, semántico y episódico, que subyace a la elaboración y empleo de las denominadas *producciones.*

En un sistema de producción la meta tiene una relevancia sustancial, estructurándose los procedimientos en función del objetivo o intención activada. Asimismo, las reglas de producción son esenciales en la memoria procedimental.

En un sistema de producción operan reglas del tipo *si→entonces*, en que el condicional *si* especifica las *condiciones* que rigen el uso de la regla. Así, dado el *objetivo* de no mojarse, un ejemplo sencillo de una regla de producción, según el par *condición→acción* es el siguiente:

Objetivo: no mojarse.			
	Si	llueve,	[*condición*]
	Entonces	llevar el paraguas.	[*acción*]

Para que se produzca la *acción* de llevar el paraguas tendrá que cumplirse la *condición* de que llueva. Las condiciones pueden aumentar y, en la misma medida, se va reduciendo su ámbito de aplicación, limitándose a situaciones más restringidas. Repárese en el caso siguiente de varias condiciones ligadas conjuntivamente:

Si	llueve	[*condiciones*]
	y no se dispone de chubasquero	
	y el colegio está lejos de la parada del autobús	
Entonces	llevar el paraguas	[*acción*]

En el sistema de producción que se presenta a continuación, el *objetivo* consiste en obtener la suma de números enteros, descomponiéndose en sub-objetivos de modo que cuando estos han sido sucesivamente logrados, según un orden determinado, se alcanza la meta, obteniéndose el resultado de la adición.

Producción de	***26***	
	56 +	
{*condición*}	Si	1ª columna derecha carece de un dígito bajo la línea horizontal,
{*acción*}	entonces	sumar dígitos de la columna y escribir resultado bajo la línea.
{*condición*}	Si	suma de dígitos es 10 o mayor,
{*acción*}	entonces	escribir dígito de la derecha (posición unidades) bajo la línea horizontal y arrastrar el dígito de izquierda (posición de decenas) a columna siguiente.
{*condición*}	Si	se lleva o arrastra la decena de columna anterior,
{*acción*}	entonces	sumar dígitos de 2ª columna más el arrastre y escribir bajo la línea.
{*condición*}	Si	resultado de la suma es 10 o más,
{*acción*}	entonces	escribir resultado al final de 2ª columna, bajo de línea horizontal.
…	…	…
…	…	…

Los sistemas de producción implican aprendizaje de destrezas o habilidades, unas más generales y otras específicas de la tarea, para la solución de situaciones o problemas diversos. Para Anderson (1987 y 1993) el proceso de aprendizaje procedimental puede resumirse en las tres fases siguientes:

1. Uso del conocimiento declarativo. Se parte de alguna forma de conocimiento sistemático previo, proporcionado al aprendiz sea con una exposición oral, sea mediante unas instrucciones específicas, como las contenidas en un folleto, concernientes a la tarea concreta o bien como un ejemplo resuelto. Esto es, el problema o situación y el procedimiento asociado a la misma se codifica como conocimiento declarativo, resultando ya disponible para su aplicación a la situación presente.
2. Desarrollo de conocimiento procedimental. Al ser utilizadas en la aplicación, las representaciones declarativas previas se transforman en representaciones procedimentales. Esto es, aquel conocimiento declarativo se convierte en representación procedimental, codificándose como reglas de producción: *si* se dan ciertas condiciones, *entonces* realícese la acción mental o física. Codificados así los emparejamientos condición→acción, ya en situaciones sucesivas no será necesario recurrir a la precedente representación declarativa, reduciéndose consecuentemente el tiempo de aplicación. Una vez que el conocimiento declarativo se ha transformado en procedimental ("procedimentalización") codificándose como tal, se accede automáticamente al mismo en el momento de la realización de la tarea o

solución del problema. Es decir, "convierte las instrucciones en un conjunto de producciones para realizar directamente la tarea, ya sin la recuperación de las instrucciones declarativas" (Anderson y otros, 2004, p. 1046).

3. Afinamiento, ampliación y consolidación del específico conocimiento procedimental. Mediante la práctica continuada, como práctica deliberada, en virtud de las asociaciones establecidas, se configuran pasos más amplios, de modo que las sucesivas aplicaciones se realizan con mayor facilidad, rapidez y precisión. Se alcanza, pues, una competencia o pericia en virtud de la cual son reconocidos amplios patrones y procedimientos asociados a los mismos; entrañando estas *producciones* una relevante importancia en la modelación del aprendizaje (Anderson y Lebiere, 1998).

El aprendizaje de sistemas de producción requiere el *análisis de las tareas*, que incluye el conocimiento de la estructura, las condiciones para la acción y la índole de las operaciones necesarias para su realización, haciendo explícito el sistema de producción respecto de la tarea específica. Cuando el sujeto realiza una tarea o resuelve el problema tiene conciencia de *lo que está haciendo* —contenido del sistema de producción momentáneamente activo en la memoria operativa—; pero, puede no ser consciente de *las operaciones* del sistema de producción, siendo incapaz de explicar *cómo* lo hace.

Los esquemas de producción operan constantemente en el análisis de las situaciones, tal que al detectar que se dan las condiciones especificas, entonces se realizan las acciones correspondientes. Esto es, las producciones se activan automáticamente de tal modo que cuando se dan las condiciones especificadas, entonces se produce la acción. Los resultados de unas producciones suministran las condiciones para que se activen otras producciones, en una secuencia de procesos cognitivos y acciones, conforme al sistema de producción.

Tal programa atiende a varias estipulaciones aplicables a las reglas de producción, como que el número de condiciones no desborde las que pueden mantenerse simultáneamente activas en la memoria operativa (4-5) y que la índole de condiciones incluidas en las reglas de producción no requiera complejas inferencias para verificar su ajuste a la tarea o problema, pudiendo determinarse mediante una evaluación sencilla si una situación real corresponde a las condiciones de la regla (Bovair y otros, 1990).

En resumen, el conocimiento declarativo, semántico y episódico, se representa y organiza en conceptos y proposiciones relacionadas y el conocimiento procedimental en producciones enlazadas, operando la cognición y la acción.

11.4 El procesamiento distribuido en paralelo: conexionismo y aprendizaje

En la psicología cognitiva ha predominado el símil del ordenador/computador, en cuya virtud se concibe el sistema cognitivo *como* un computador, donde la información se introduce, procesa, almacena, recupera y utiliza.

El símil del ordenador ha constituido la base del enfoque del *procesamiento de la información*, en que se fundan los modelos precedentes. En consecuencia, el proceso cognitivo puede representarse como una secuencia de pasos en que la información progresa sucesivamente a través del sistema. Supone, pues, un procesamiento secuencial o en *serie*, análogamente a los ordenadores que ejecutan las instrucciones sucesivamente, una tras otra, si bien con extraordinaria rapidez y precisión. La metáfora del ordenador está, pues, en la base del ya clásico enfoque cognitivo del *procesamiento de la información*, constituyendo el ejemplo más directo el inicial modelo *modal* de la memoria de Atkinson y Shiffrin (1968).

Por otra parte, el ordenador/computador sigue constituyendo un formidable instrumento en la elaboración de modelos de procesos, realización de simulaciones y verificación de teorías cognitivas, empleado en los distintos enfoques cognitivos.

El enfoque del *procesamiento de la información* representa procesos cognitivos que se realizan *en serie*, a base de pasos sucesivos, como ocurre, por ejemplo, con las operaciones en una sustracción de números naturales. Pero, el procesamiento de la información por las personas resulta más flexible, adaptativo y potente en diversos aspectos, como se pone de relieve en tareas cognitivas como el reconocimiento de objetos, la compresión del lenguaje o aprender de la propia experiencia. Asimismo, se manifiesta en la capacidad para operar en situaciones con determinadas limitaciones en los estímulos o carencias en las unidades informativas, como en la identificación de una palabra en la que falta alguna letra, utilizando el contexto.

Por tanto, ciertos procesos cognitivos parecen seguir un procesamiento en *paralelo*, operando, al mismo tiempo, diversas señales y varias dimensiones o aspectos. Así, en la lectura se procesan simultáneamente los rasgos físicos de las letras (curvas, ángulos, enlaces, etc.) y el significado de las palabras. Acontece igualmente en tareas de tipo motórico, como al tocar el piano, escribir en el ordenador o enviar la pelota a un determinado lugar.

Las personas superan, pues, al ordenador en ciertos aspectos, al realizar tareas de procesamiento de la información *en paralelo*, operando simultáneamente con varios procesos y elementos informativos. La capacidad de procesamiento *en paralelo* del sistema cognitivo posibilita al ser humano la realización de complejos procesos cognitivos con alto nivel de precisión y seguridad, incluso cuando el estímulo o unidad de información se halle limitado por ciertas ambigüedades o imprecisiones. (McClelland, 2000).

A tenor de las características de sus componentes, plasticidad y capacidad reorganizativa, en general, se considera que la arquitectura del cerebro se ajusta, mejor que el ordenador/computador ordinario, como término de comparación respecto del sistema cognitivo, en este tipo de procesamiento *en paralelo*.

Por consiguiente, el símil del *ordenador/*computador es sustituido por el símil del *cerebro* en el enfoque cognitivo denominado *procesamiento distribuido en*

paralelo, también conocido como *conexionismo* y modelo de *redes neuronales*, llegando a considerarse como todo un nuevo paradigma, frente al paradigma precedente del *procesamiento de la información* en serie. (Ruiz-Vargas, 2002).

Desde la pasada década de los 80 y en los años transcurridos del siglo actual se llevan a cabo diversas investigaciones sobre el *procesamiento distribuido en paralelo*, impulsadas principalmente por los trabajos de McClelland, Rumelhart y colaboradores. (McClelland, Rumelhart y grupo PDP, 1986; Rumelhart, McClelland y grupo PDP, 1986; Rumelhart y Todd, 1993; McClelland, McNauton y O`Reilly, 1995; McClelland, 2000, Clark, 2001).

Se dice que es procesamiento *en paralelo* por cuanto que los procesos cognitivos se basan en operaciones simultáneas, operando al mismo tiempo varios elementos informativos y patrones de activación, como se indicó anteriormente. Se dice que es procesamiento *distribuido* en cuanto que las unidades informativas no tienen una localización específica, como eran los *nodos* en los precedentes modelos del procesamiento de la información; sino que el conocimiento se organiza en redes de asociaciones múltiples. Es decir, la información se halla distribuida en la red de conexiones {*patrones*}.

Según los modelos conexionistas, de modo semejante a las neuronas, las unidades que componen el sistema cognitivo envían señales excitatorias e inhibitorias, realizándose diversos cómputos de forma paralela. Asimismo, el conocimiento no se localiza en un componente específico del sistema, sino que esta distribuido en conjuntos o constelaciones de unidades (como-neuronas) interconectadas con intensidades diferentes. (Cobos, 2005).

En los precedentes modelos de *procesamiento de la información*, el conocimiento se almacena en nodos como unidades de especial relieve en la cognición. Cada nodo representa una unidad de información. En cambio, en el enfoque conexionista de procesamiento distribuido en paralelo la información no está contenida en ningún nodo simple; sino que equivale a un patrón de activación del conjunto de los elementos interactuantes, siendo lo sustancial las interconexiones entre las unidades elementales.

La velocidad de cómputo difiere según se trate de componentes electrónicos de los ordenadores o de neuronas. Aunque éstas son más lentas, sin embargo el ser humano es capaz de tareas de gran complejidad en muy poco tiempo. Por ejemplo, en menos de medio segundo es capaz de reconocer un objeto (percepción). En ese breve periodo de tiempo, las neuronas pueden realizar unas cien operaciones; mientras que un procedimiento o algoritmo de funcionamiento secuencial o en serie (no en paralelo) en un ordenador/computador ordinario necesitaría cientos de miles de pasos para llevar a cabo esa tarea de reconocimiento de un objeto. Es la velocidad de sus componentes lo que permite al ordenador resolver tareas complejas con eficacia y rapidez.

Por consiguiente, la capacidad de las neuronas para resolver una tarea compleja en tan breve periodo temporal conduce a postular que una buena parte de las

operaciones cognitivas se realizan en paralelo, tal que el sistema cognitivo resuelve simultáneamente varias tareas o subtareas. (Mora, 2005).

Considerando las propiedades estructurales y funcionales de las neuronas, en el enfoque del *procesamiento distribuido en paralelo* las unidades de procesamiento *equivalen* a neuronas o conjuntos de estas y sus conexiones equivalen a las sinapsis entre aquellas. A semejanza de las neuronas, conectadas por numerosas interconexiones, cada unidad básica tendría numerosos enlaces con otras unidades, almacenándose el conocimiento en redes de conexiones (distribuido).

Tomado el cerebro como modelo, el proceso cognitivo se representa, pues, a semejanza de aquel, en que la *activación* fluye a lo largo de redes que enlazan un extenso numero de unidades equivalentes a neuronas, explicándose los procesos cognitivos por la activación de estas *redes.*

Cada unidad del sistema está interconectada con otras formando un patrón de conexión. El patrón de conexiones representa el estado de conocimientos previos del sistema. El patrón de conexiones, además de trasmitir información, se modifica como consecuencia de la actividad, lo que equivale a la adquisición de nuevo conocimiento o aprendizaje. (Caballero y Robles, 2005).

El conocimiento se almacena como conexiones entre unidades simples o más bien, como las intensidades de esas conexiones que, al activarse el sistema, posibilitan la reconstrucción o recreación de los correspondientes patrones. Por ejemplo, la información concerniente al profesor Alba se hallaría distribuida en miles de neuronas de una amplia región del cortex cerebral.

Cuando los estímulos del entorno estimulan las unidades de entrada, se activan otras muchas a través de interconexiones, propagándose la activación hasta las unidades vinculadas a la respuesta.

Los pesos específicos de la *conexión* determinan el grado de activación que unas unidades pueden transmitir a otras. Alcanzado por una unidad cierto umbral o nivel crítico de activación, otra unidad es afectada, pudiendo excitarla o inhibirla, según que su peso sea positivo o negativo.

Un nuevo evento o experiencia puede cambiar la intensidad de las conexiones entre unidades, reajustando los pesos de la conexión, o creando otras conexiones, de tal manera que la próxima vez que se experimente un evento similar probablemente se responderá de manera diferente. Estimuladas, en determinado momento, una o más unidades simples o nodos básicos, la conexión se potencia o hace más intensa; por lo que el aprendizaje puede concebirse como una potenciación de conexiones.

En los modelos precedentes cada concepto existe como un nodo en una red, pudiendo añadirse un nuevo nodo a la red, estableciéndose enlaces entre el concepto nuevo y los conceptos relacionados. En cambio, en un modelo de procesamiento distribuido en paralelo el mismo conjunto de nodos sirven para representar todos los conceptos en la memoria.

Al añadir nuevos conceptos no solamente se añade nueva información, sino que además cambiará lo ya conocido en lo concerniente a otros conceptos. (McClelland, 1995).

Se ha señalado reiteradamente la importancia del conocimiento previo en el aprendizaje o adquisición del nuevo conocimiento. Ahora se resalta la incidencia de las nuevas adquisiciones de conocimiento sobre el conocimiento previo, produciendo reestructuraciones cognitivas. Adviértanse las concomitancias con las ideas de Piaget concernientes a los procesos de asimilación y acomodación. Las redes neuronales están específicamente configuradas para *aprender* de la experiencia (Hahn y Chater, 1997).

Por ejemplo, esta lectura sobre *procesamiento distribuido en paralelo* habrá modificado las intensidades de las conexiones concernientes a los conceptos implicados (*redes neuronales, propagación de la activación, conexiones, etc.*) activándose cuando en lo sucesivo se perciba la expresión *procesamiento distribuido en paralelo*.

El conocimiento de un patrón específico (*gorrión, pájaro, ave, animal, ser vivo)* se *distribuye* por las interconexiones de un extenso número de unidades.

Pero, algunas operaciones cursan *sucesivamente*, en serie, paso a paso y otras lo hacen *simultáneamente*, en paralelo. Cuando alguna información es incompleta o deficiente es posible llevar a cabo procesos cognitivos mediante inferencias y elementos por defecto. (Campanario, 2004).

El desarrollo del enfoque del procesamiento distribuido en paralelo ha estado vinculado al desarrollo de la inteligencia artificial y correspondientes simulaciones, basadas en la teoría de la computabilidad. Asimismo, ha influido decisivamente el avance de las técnicas de la neurociencia, (neuroimagen) progresivamente más precisas en la indagación de la estructura y funcionamiento cerebral cuan soporte de los procesos cognitivos y su utilización como metáfora en el diseño de modelos de procesamiento cognitivo, aunque la proximidad de los modelos conexionistas a la actividad neuronal implica que, a veces, se confundan imagen y término real de la metáfora.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACKIL, J. K. y ZARAGOZA, M.S.(1998) The memorial consecuences of forced confabulation:Age differences in susceptibility to false memories. Developmental Psychology, 34, 1358-1372.

ALLPORT, D.A. (1980) Attention and performance. En Claxton (dir.) Cognitive Psychology: News directions. Nueva York, Routeledge and Kegan.

ANDERSON, J.R (1987) The skill adquisition: Compilation of weak-method problems solutions. Psychologycal Review, 94, 192-210.

ANDERSON, J.R. (1991) Human condition adaptive? Behavioral and Brain Sciences, 14, 471-517.

ANDERSON, J.R. (1993) Rules of the mind. Hillsdale, Erlbaum.

ANDERSON, J.R. (1996) ACT: A simple theory of complex cognition. American Psychologist, 51, 355-365.

ANDERSON, J.R. (2001) Aprendizaje y menoria: un enfoque integral. México, McGraw-Hill. Trad. esp. de Learning and Memory. 2ª ed. Nueva York, Wiley. 2000.

ANDERSON, J.R., BOTHELL, D., BYIRNE, M.D., DOUGLASS, S., LEBIERE, C. y QIN,Y. (2004) An integrated theory of the mind. Psychological Review, 111, 3, 1036-1060.

ANDERSON, J.R. y LEBIERE, C. (1998) The atomic components of thought. Mahwah, Erlbaum.

ANDERSON, J.R., REDER, L.M. y SIMON, H. A. (1996) Situated learning and education. Educational Researcher, 25, 4, 5-11.

ANDERSON, J.R., REDER, L.M. y SIMON, H. A. (1997) Situative versus cognitive perspectives: form versus substance. Educational Researcher, 26, 1, 18-21.

ANDERSON, J.R., REDER, L.M. y SIMON, H. A. (1998) Radical constructivism and cognitive psychology. En D. Ravitch (dir.) Brookings Papers on Education Policy. Washington DC, Brookings Institute Press.

ANDERSON, J.R., REDER, L.M. y SIMON, H. A. (2000) Applications and misapplications of congnitie psychology to mathematics education. Texas Education Review.

ANDERSON, J.R., REDER, L.M. GREENO, J.G. y SIMON, H. A. (2000) Perspectives on learning, thinking and activity. Educational Researcher, 29, 4, 11-13.

ATKINSON, R.K., DERRY, S.J., RENKL, A, y WORTHAM, D. (2000) Learning from examples: instructional principles from the worked examples research. Review of Educational Research, 70, 181-214.

ATKINSON, R. C. y SHIFFRIN, R. (1968) Human memory: A proposed system and its control. En K. Spence y J. Spence (dirs) The Psychology of Learning and motivation. V. 2 Nueva York, Academic Press.

ANDERSON, N.D. y CRAIK, F. I. M. (2000) Memory in aging brain. En E. Tulving y F.I.M. Craik, The Oxford Handbook of Memory. Oxford University Press. Nueva York, 411-426.

AUSUBEL, D.P. (1963) The psychology of meaninful verbal leaning. Nueva York, Grune and Stratton.

AUSUBEL, D.P. (1968) Educational psychology: A cognitive view. Nueva York, Holt, Rinehart and Winston. Trad. españ. Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. Mexico, Trillas, 1983.

AUSUBEL, D.P. (2002) Adquisición y retención del conocimiento. Una propuesta cognitiva. Barcelona. Paidós. Trad. españ. de The Adquisition and Retention of Knowledge. Dordrecht, Holanda, Kluwer.

AUSUBEL, D.P. y FITZGERARD, D. (1961) The role of discriminability in meaningful verbal learning and retention. Journal of Educational Psycology, 52, 266-274.

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. y HANESIAN, H. (1978) Educational psychology: A cognitive vision. Nueva York, Holt, Rinehart and Winston. 2ª Ed.Trad. españ. Psicología educativa, México, Trillas, 1983.

AVONS, S.E., WRIGHY, K.L. y PAMMER, K. (1994) The word-length effect in probed and serial recall. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 47, 207-231.

BADDELEY, A. D. (1994) The magical number seven: still magic after these years. Psychological Review, 101, 353-356.

BADDELEY, A. D. (1999) Memoria humana. Teoría y práctica. Madrid, McGraw-Hill. Trad. esp. de Human memory: Theory and Practice. East Sussex. Psychology Press. (1990).

BADDELEY, A. D. (1999) Essencialas of human memory. East Susset, Psychology Press.

BADDELEY, A. D. (2000) Short-term and working memory. En E. Tulving y F.I.M. Craik, The Oxford Handbook of Memory. Oxford University Press, 77-92.

BADDELEY, A. D. (2006) Working memory: An overview. En S. Pickering Working Memory on Education. Nueva York, Academic Press, 1-31.

BADDELEY, A. D. y HITCH, G. J. (1972) Working memory. En G.A. Bower (dir.) The Psychology of Learning and Motivation. Nueva York, Academic Press. 47-89.

BADDELEY, A. D. y LOGIE, R. H. (1999) Working memory: The multiple component model. En A. Mikaye y P. Shah. Models of working memory: mechanisms of active maintenance and control, pp. 28-61. Cambidge, Cambridge University Press.

BADDELEY, A. D. THOMSON, N. y BUCHANAN, M. (1975) Word length and the structure of short-term memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour, 14, 575-589.

BADDELEY, A. D., VAHGA-KHADEM, F. y MISHKIN, M. (2001) Preserved recognition in a case of developmental amnesia: Implications for the adquisition of semantic memory? Journal of Cognitive Neuroscience, 13, 357-369.

BADDELEY, A. D. VALLAR, G. y WILSON, B. A. (1978) Sentence comprensión and phonological memory: Some neuropsychological evidence. En M. Coltheart (dir.) Attention and Performance XII: The Psychology of Reading. Londres, Erlbaum, 509-529.

BAHRICK, H. P. (1984) Semantic memory content in permastore: 50 years of memory for Spanich learned in school. Journal of Experimental Psychology: General, 104, 1-29.

BAHRICK, H. P. (2000) Long-term maintenance of knowledge. En E. Tulving y F.I.M. Craik, The Oxford Handoock of Memory. Oxford University Press. Nueva York, 347-362.

BAHRICK, H. P., HALL, K. K. y BERGER, S. A. (1996) Accuracy and distorsion in memory for high school grades. Psychological Science, 7, 265-271.

BAHRICK, H. P., HALL, L. K., GOGGIN, J. P., BAHRICK, L. E. y BERGER, S. A. (1994) Fifty years of language maintenace and language dominance in bilingual Hispanic immigrants. Journal of Experimetal Pychology: General, 123, 264-283.

BALCH, W. R. y LEWIS, B. S.(1996) Music-dependent memory: the roles of tempo change and mood mediation. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 22, 1354-1363.

BALCH, W. R., MYERS, D. M. y PAPOTTO (1999) Dimensions of mood in mood-dependent memory. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 25, 1, 70-83.

BANDURA, A. (1962) Social learning through imitation. En M. R. Jones (dir.) Nebraska Symposium on Motivation. V. 10. Lincoln. University of Nebraska Press.

BANDURA, A. (1973) Agresión: A social learning análisis.Englewood Cliffs. Prentice-Hall.

BANDURA, A. (1982) Teoría del aprendizaje social. Madrid, Espasa-Calpe. Trad. esp. de Social learning theory. Englewood Cliff, N.J., Pentice-Hall, 1976.

BANDURA, A. (1987) Pensamiento y acción. Fundamentos sociales. Barcelona, Martinez Roca. Trad.esp. de Social foundations of thought an action. A social cognitive theory. Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1986.

BANDURA, A. (1997) Self-efficacy. The exercise of control. Nueva Cork, Freeman.

BANDURA, A. ROSS, D. y ROSS, S. A. (1963) Imitation and film-mediated aggresive models. Journal of Abnormal and Social Psychology, 66, 3-11.

BAR, M. y ULLMAN, S. (1996) Spatial context in recognition. Perception, 25, 343-352.

BARAICOA GANUZA, F. (1998) Conflicto cognitivo y aprendizaje. Universidad del País Vasco.

BARNES, B. R. y CLAUXON, E. U. (1975) Do avance organizers facilitate learning? Review of Educational Research, 45, 637-660.

BARSALOU, L. W. (1991) Deriving categories to achieve goals. En G. H. Bower (dir.) The Psychology of learning and motivation. v.26, Nueva York, Academic Press, 1-64.

BARSALOU, L. W. (1992) Cognitive Psychology: A overview for cognitive scientists. Hillsdale, Erlbaum.

BARTLETT, F. C. (1932) Remembering: a study in experimental and social psychology. Cambridge, Cambridge University Press. Trad. esp. Recordar: estudio de psicología experimental y social. Barcelona, Alianza Editorial.1995.

BASSOK, M. (1990) Transfer of domain-specific problem solving procedures. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 16, 522-533.

BASSOK, M. y HOLYOAK, K. J. (1989) Interdomain transfer between isomorphic topics in algebra and phisics. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 15, 153-166.

BECKER, S. (1999) Implicit learning in 3D object recognition: The importance of temporal context. Neural computacion, 11, 347-374.

BELLEZA, F. S. (1986) A mnemonic based on arranging words on visual patterns. Journal of Educational Pychology, 78, 217-224.

BELLEZA, F. S. (1996) Mnemonic methods to enhance storage and retrieval. En E. L. Bjork y R. A. Bjork (dirs.) Memory. Handbook of Perception and Cognition, 2ª ed. San Diego, Academic Press, 345-380.

BENAVIDES, G. (2005) El niño con déficit de atención e hiperactividad. Sevilla, MAD.

BERLYNE, D. E. (1960) Conflict, arrousal and curiosity. Nueva York, McGraw-Hill.

BERTALANFFY Von, L. (1976) Teoría general de sistemas, México, F.C.E. Trad. esp. de General systems theory, fundations, development, aplications. 4ª ed. Nueva Cork. G. Braziller, 1968.

BEST, J. B. (2001) Psicología Cognitiva.Madrid, Paraninfo-Thomson Learning. Trad. de Cognitive Psycology. International Thomson Publishing Inc. 1999.

BETZ, A. L., SKOWRONSKY, J. J. y OSTROM, T. M. (1996) Shared realities: Social influence and stimulus memory. Social Cognition, 14, 113-140.

BIEDERMAN, I. (1987) Recognition-by-components: A theory of human image understanding. Psychological Review, 94, 115-147.

BIEDERMAN, I. y JU, G. (1988) Surface and edge-based determinants of visual recognition. Cognitive Psichology, 20, 38-64.

BIEDERMAN, I. (1995) Visual object recognition. En S. F. Kosslyn y D.N. Osherson (dirs.) An invitation to cognitive science. (2ª ed.) Cambridge MIT Press, pp. 121-165.

BIEDERMAN, I. y BAR, M. (1999) One-shot viewpoint invariance in matching novel objects. Vision Research, 39, 2885-2899.

BIEDERMAN, I. y otros (1999) Subordinate-level objects reexamined. Psychological Research, 62, 131-153.

BJORK, R. A. (1988) Retrieval practice and the maintenance of knowledge. En M. M. Gruneber, P. Morris y R. Sykes, (dirs.) Practical Aspects of Memory. Londres, Academic Press, V.2, 396-401.

BJORK, R.A. y RICHARDSON-KLAVEN, A. (1987) On the puzzling relationship between environmental context and human memory. En C. Iwaza (dir.) Current ussues in cognitive process. Hillsdale, Erlbaum, 313-344.

BRINGUIER, J-C. (1977) Conversaciones con Piaget. Barcelona, Granica Editores.

BLY, B. M. y KOSSLYN, S. M. (1997) Functional anatomy of object recognition in humans: Evidence from positron emission tomography and functional magnetic resonance imaging. Current Opinion in Neurology, 10, 5-9.

BOWER, G. H. (2000) A brief history of memory research. En E. Tulving y F. Craig. The Handbook of Memory. Nueva York, Oxford University Press, 3-32.

BOWER, G. H. y CLARK, M. C. (1969) Narrative stories as mediator for serial learning. Psychonomic Science, 14, 181-182.

BRASFORD, J. D., BARCLAY, J. R. y FRANKS, J. J. (1972) Sentence memory: a constructive versus interpretative approach. Cognitive Psychology, 3, 193-200.

BREWER, W.F. (1999) Schemata. En R.A. Wilson y F.C. Keil. (dirs.) The MIT Enciclopedia of the Cognitive Sciences. Cambridge, Mass. MIT Press, 729-730.

BREWER, W.F. y TREYENS, J. C. (1981) Role of schemata in memory for places. Cognitive Psychology, 13, 207-230.

BROADBENT, D. E. (1958) Perception and communication. Londres, Pergamon. Trad. esp. Percepción y Comunicación. Madrid, Debate, 1983.

BROWN, E. T. (2006) Trastorno por déficit de atención. Barcelona, Masson-Elsevier.

BROWN, S. C. y CRAIK, F. I. M. (2000) Encoding and retrieval of information. En E. Tulving y F. I. M. Craik, The Oxford Handoock of Memory. Oxford University Press. Nueva York, 93-107.

BRUCE, V. (1988) Perceiving. En G. Claxton (dir.) Growth points in cognition. Nueva York, Routlegge. Pp. 32-65.

BRUCE, V. y GREEN, P. (1990) Visual perception. Hillsdale, LEA. Trad. esp. Percepción visual. Barcelona, Paidós.

BRUNER, J. S. (1997) Will cognitive revolutions ever-stop? En D. M. Jonson y C. E. Erneling (dirs) The future of the cognitive revolution. Nueva York, Oxford University Press, 279-292.

BRUNER, J. S. (2000) Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva. Madrid, Alianza Editorial. Trad. esp. de Acts of Meaning. Massachussets, MIT Pres. 1990.

BRUNING, R. H., SCHRAW, G. J. y RONNING, R. R. (2002) Psicología cognitiva e instrucción. Madrid, Alianza Editorial. Traduc. de Cognitive Psychology and Instruction. Pearson Educatión, 1999, 3ª ed.

BYRNE, R. y RUSSON, A. (1998) Learning by imitation: A hierarchical approach. Behavioral and Brain Sciences, 21, 667-721.
CABALLERO DE LA TORRE, V. y ROBLES, F. J. (2005) Conexionismo: una útil herramienta para otras ciencias y un problemático modelo para la psicología.Nexo, Revista de Filosofía, 3, 77-91.
CALVO, R. Mª. y RUIZ, Mª. A. (2002) Análisis y modificación de la conducta. Tecnicas de relajación. Madrid, UNED.
CAMPANARIO, J. M. (2004) Enfoque conexionista en psicología cognitiva y algunas aplicaciones sencillas en didáctica de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 22, 1, 77-91.
CAÑAS, A. J., NOVAK, J. D. y GONZALEZ, F. M. (2004) Concept maps: Theory, methodology, technology. Proceedins of First International Conference on concept mapping. Pamplona, Universidad Pública de Navarra.
CAREY, S. (1985) Conceptual change in childhood. Cambridge, MIT Press.
CAVALLINI, G. (1993) Teorie degli schemi e didattica delle scienze. Scuola e Cittá, 2, 72-80.
CAVALLINI, G. (1993) Gli schemi nell'apprendimento delle science. Scuola e Cittá, 3, 125-135.
CECI, S. J. y BRUCK, M. (1993) Suggestibility of the child witness. A historical review and synthesis. Psychological Bulletin, 113, 403-439.
CECI, S. J. y BRUCK, M. (1995) Jeopardy in the courtroom: A scientific analysis of children's testimony. Washington, D.C.American Psychological Association Press.
CHASE, W. G. y SIMON, H. A. (1973) Perception y chess. Cognitive Psychology, 4, 55-81.
CHERRY, E. C. (1953) Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. Journal of the Acoustical Society or America, 25, 975-979.
CHI, M. T. (2000) Self-explaining: the dual process of generating inferences and repairing mental modeles. En Advances in instructional psychology. Mahwah, Erlbaum.
CLARK, A. (2001) Mindeware. An introtuction to the philosophy of cognitive science. Nueva York, Oxford University Press.
CHOMSKY, N. (1959) Review of Skinner's verbal behavior. Language, 35, 26-58.
CLARK, J.M. y PAIVIO, A. (1991) Dual coding theory and education. Educational Psychology Review, 3, 149-210.
COBOS, P. L. (2005) Conexionismo y cognición. Madrid, Pirámide.
COHEN, G. (1983) Psicología cognitiva. Madrid, Alhambra. Trad. esp. de The Psychology of cognition. 1977. Londres, Academic Press.
COLLINGS, A. M. y QUILLIAN, M. R. (1969) Retrieval time from semantic memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 8, 240-248.

COLLINGS, A. M. y QUILLIAN, M. R. (1972) Experiments on semantic memory and language comprehension. En L.W. Gregg (dir.) Cognition in learning and memory, Nueva York, Wiley.

COLLINS, A. M. y LOFTUS, E. F. (1975) A spreading activation thory of semantic processig. Psychological Review, 82, 6, 407-428.

CONRAD, C. (1972) Cognitive economy in semantic memory. Journal of Experimental Psychology, 92, 149-154.

CONWAY, M. A. (1992) A structural model of autobiographical memory. En M. A. Conway, C. D. Rubin, H. Spinnler y W.A. Wagenaar (Dirs) Theoretical perspectives on autobiographical memory. Dordrech, Kluwer.

CONWAY, M. A. (1995) Flashbulb memory. Hove, Erlbaum.

CONWAY, M. A., COHEN, G. y STAMHOPE, N. (1991) On the very long-term retention of knowledge acquired through formal education: Twelve years of cognitive psychology. Journal of Experimental Psychology: General, 120, 395-409.

CORKILL, A. J. (1992) Avance organizers: Facilitators of recall. Educational Psychology Review, 4, 33-68.

COWAN, N. (1995) Attention and memory. An integrate framework. Nueva York, Oxford University Press.

COWAN, N. (2000) The magic number 4 in short-term memory. Reconsiderations on mental storage capacity. Behavioral and Brain Sciences, 24, 159-180.

COWAN, N. y WOOD, N. L. (1997) Constraints on awareness, attention, processing and memory. Some recent investigations with ignored speech. Consciousness and Cognition, 6, 182-203.

CRAIK, F. I. M. y LOCKHART, R. S. (1972) Levels of processing: A framework for memory research. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 11, 671-684.

CRAIK, F. I. M. y LOCKHART, R. S. (1986) CHARM in not enough. Coments on Eich's model of cued recall. Psychological Review, 93, 360-364.

CRAIK F. I. M. y TULVING, E. (1975) Depth of processing and the retention of words in episodic memory. Journal of Experimental Psychology,104, 268-294.

DAVIDSON, J. E. y STERNBERG, R. J. (1998) Smart problem solving: how metacognition help. En D. J. Hacker, J. Dunlosky y A. C. Graesser, (dir.) Metacognition in Educational Theory and Practice, Mahwah, Erlbaum, pp. 47-65.

DAVIES, G. y DALGLEISH, T. (2001) Recovered memories: Seeking the middle groung. Chichester, Wiley.

DE VALOIS, R. L. y DE VALOIS, K. K. (1980) Spatial vision. Annual Review of Psychology, 31, 309-341.

DELCLAUX, I. (1983) Aprendizaje. En Diccionario de Ciencias de la Educación. Madrid, Santillana.

DEMASTES, S. S., GOOD, R. G. y PEEBLES, P. (1996) Patterns of conceptual change in evolution. Journal of Research in Science Teaching, 33, 63-100.

DERRY, S. J. (1984) Effects of an organizer on memory for prose. Journal of Educational Psychology, 76, 98-107.

DEUTSCH, F. A. y DEUTSCH, A. (1963) Attention: Some theoretical considerations. Psichological Review, 70, 80-90.

DINNEL, D. y GLOVER, J.A. (1985) Avance organizers: Enceding manipulations. Journal of Educational Psychology, 77, 514-521.

DOMJAM, M. (2003) Principios de aprendizaje y conducta.5ª ed. Madrid. Thomson-Paraninfo.

DOWNING, P. E. y TREISMAN, A. M. (1997) The line-motion illusion: Attention or impletion. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 23, 768-779.

DUNCAN, J. (1999) Attention. En R. A. Wilson, y E.C. Keil, The MIT Encyclopedia of the Cognitive Sciences, pp.39-41. Cambridge, MIT Press.

DUNCAN, J. (1980) The locus of interference in the perception of simultaneus stimuli. Psychological Review, 87, 272-300.

EBBINGHAUS, H. (1885) Über das Gedächtnis. Leipzig, Duncker und Humblot.

ECHEBARRÍA, A. (1991) Psicología social cognitiva. Bilbao, Desclée de Broker.

EGETH, H. T. y YANTIS, S. (1997) Visual atention: control, representation and time course. Annual Review of Psychology, 48, 269-297.

EICH, E. (1995) Searching for mood dependent memory. Psychological Science, 6, 67-75.

EICHENBAUM, H. (1997) Declarative memory: Insights from cognitive neurobiology. Annual Review of Psichology, 48, 547-572.

ELIO, R. y ANDERSON, J. R. (1984) The effects of information order and learning mode on schema abstraction. Memory and Cognition, 12, 20.30.

ELOSUA, Mª. R. (2000) Procesos de comprensión, memoria y aprendizaje de textos. Madrid, Sanz y Torres.

ENGELKAMP, J. (1998). Memory for actions. Hove, Psycology Press.

ENGELMAN, S. y CARNINE, D. (1982) Theory of instruction: Principes and applications. Nueva York, Irvington.

ERICKSSON, K. A. y SMITH, J. (1991) Toward a general theory of expertise: Prospects and limits. Cambridge, Cambridge University Press.

ESCORIAZA NIETO, J. (2006) Estrategias de comprensión del discurso escrito expositivo. Barcelona, Universidad de Barcelona.

ESTES, W. K. (1999) Models of human memory: A 30-year retrospective. En Ch. Iwaza, On Human Memory: Evolution, progress and reflections on the 30 Anniversary of the Atkinson-Shiffrin Model. Mahwah, Erlbaum, 59-86.

FARAH, M. J., HUMPHREYS, G. H. y RODMAN, H. (1999) Visual object recognition. En M.J. Zigmond y otros. (dir.) Fundamental Neuroscience. Nueva York, Academic Press, pp. 1339-1361.

FERNÁNDEZ BERROCAL, P. y MELERO, M. A. (1995) La interacción social en contextos educativos. Madrid, Siglo XXI.

FERNÁNDEZ TRESPALACIOS, J. L. (2004) Procesos psicológicos básicos. Madrid, Editorial Sanz y Torres. (6ª ed.).

FITTS, P. M. y POSNER, M. I. (1967) Human performance. Brooks. Prentice-Hall.

FLEISHMAN, E. A. y PARKER, J. F. (1962) Factors in the retention and relearning of perceptual motor skill. Journal of Experimental Psychology, 64, 215-226.

FLEXSER, A. J. y TULVING, E. (1982) Priming and rocognition failure. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 21, 237-248.

FOLEY, A. Mª., BELCH, N., MANN, R., y McLEAN, M. (1999) Self-referencing: how incessant the stream? American Journal of Psychology, 112, 73-96.

FRENCH, R. M. y CLEEREMANS, A. (2002) Implicit learning and consciouness. Hove, The Psichology Press.

GADNER, H. (2001) La inteligencia reformulada: las inteligencias múltiples en el siglo XXI. Barcelona, Paidós.

GAGNÉ, E. D. (1991) Psicología del aprendizaje escolar. Madrid, Visor.

GAGNÉ, R. M. (1987) Las condiciones del aprendizaje. 4ª edición. México, Trillas.

GAGNÉ, R. M. (1996) Learning processes and instruction. Training Reserch Journal, 1, 1, 17-28.

GAGNÉ, R. M. y GLASER, R. (1987) Foundations in learning research. En Instructional Techonology: Foundations. (dir.) Hillsdalle.Lawrence Erlbaum Associates.

GALAGOVSKY, L. R. (2004) Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable. Parte I. El modelo teórico. Enseñanza de las Ciencias, 22, 2, 229-240.

GALLISTEL, C. R. (1990) The organization of learning. Cambridge, Mas. MIT Press.

GALLISTEL, C. R. (2000) The replacement of general-purpose learning models with adaptively specialized modules. En M.S. Gazzaniga (dir.) The New Cognitive Neursciences, 2ª ed. Cambridge, Mass. MIT Press.

GARCIA MADRUGA, J. A., ELOSUA, Mª. R., GARATE, M. LUQUE, J. L., GUTIERREZ, F. (1999) Comprensión lectora y memoria operativa. Aspectos evolutivos e instruccionales. Barcelona, Paidós.

GARCIA MADRUGA, J. A. (1995) Lectura y conocimiento. Barcelona, Paidós.

GARCÍA SEVILLA, J. (1997) Psicología de la atención. Madrid, Síntesis.

GARDINER, J. M. y RICHARDSON-KLAVEN, A. (2000) Remembering and knowing. En Tulving, E.y Craik, F.IM. (dirs.) The Oxford Handboock of Memory. Nueva York, Oxford University Press, pp. 229-244.

GARNER, W. R. (1978) To perceive is to know. American Psychologist, 21, 11-19.

GARRY, M., MANNING, C. G., LOFTUS, E. F. y SHERMAN, S. J. (1996) Imagination inflation: Imagining a childhood event inflates confidence that it occurred. Psychonomic Bulletin and Review, 3, 2, 208-214.

GAZZANIGA, M. S. (Dir.) (2000) The new cognitive neurosciences. 2ªed. Cambridge, The MIT Press.

GAZZANIGA, M. S., IVRY, R. B. y MANGUN, G. R. (1998) Cognitive neuroscience: The biology of the mind. Nueva York, Norton.

GEISELMAN, R. E. y GLENNY, J. (1977) Effects of imagining speakers' voices of words presented visually. Memory and Cognition, 5, 499-504.

GIBSON, E. J. (1969) Principles of perceptual learning and development. Nueva York, Prentice Hall.

GIBSON, J. J. (1966) The senses considered as perceptual systems. Boston, Houghton Mifflin.

GICK, M. L. y HOYOAK, K. J. (1983) Schema induction and analogical transfer. Cognitive Psychology, 15, 1-38.

GILI GAYA, S. (1961) Imitación y creación en el habla infantil. Madrid, RAE. Reproducido en Gili Gaya, S. (1972) Estudios del Lenguaje Infantil. Madrid, Bibliograf.

GLOVER, J. A. y BRUNING, R. H. (1988) Avance organizers: Concrete vs. Abstract. Journal of Educational Research, 82, 76-81.

GOBET, F. y SIMON, H. A. (1996) Recall of rapidly presented random chess positions is a function of skill. Psychonomic Bulletin and Review, 3, 159-163.

GOFF, L. M. y ROEDIGER, H. L. (1998) Imagination inflation for action events: Repeated imaginigns lead to illusory recolletions. Memory and Cognition, 26, 20-33.

GOLDSTEIN, E. B. (2006) Sensación y percepción, 6ª ed. Madrid,Thomson-Paraninfo. Trad. esp. de Sensation and perception. Pacific Grove, Brooks /Cole, 5ª ed. 1999.

GOLDSTONE, R. L. (1998) Perceptual learning. Annual Review of Psychology, 49, 585-612.

GOLDSTONE, R. L. y MEDIN, D. L. (1994) Time course of comparation. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 20, 29-50.

GONDRA REZOLA, L. Mª. (2003) Mecanismos asociativos del pensamiento. Bilbao, Descrée de Brouwer.

GOOD, T. L. y BROPHY, J. (1996) Psicología Educativa Contemporanea.6ª ed. México, McGraw-Hill. Trad. esp. de Contemporary Educational Psychology. 5ª ed. Nueva York, Longman. 1995.

GRAHAM, N. (1981) Psychophisics of spatial-frecuency chanels. En M. Kuboby y J.R. Pomerantz, Perceptual organization. Hillsdale, LEA.

GREENE, R. L. (1987) Effects of maintenance rehearsal on human memory. Psychological Bulletin, 102, 403-413.
GREENO, J. G. (1997) On claims that answer the wrong questions. Educational Researcher, 26, 1, 5-17.
GREENO, J. G., SMITH, D. R. y MOORE, J. L. (1992) Transfer of situated learning. En E. Detterman y R.J. Stenberg (dirs.) Transfer on Trial: intelligence, cognition and instruction. Norwood, Ablex. 99-167.
GREGORY, R. L. (1966) Visual illusions. En B. Foss (dir.) New Horizonts in Psychology. Harmondworth, Peguin Books.
GUBRUD, A. R. y NOVAK, J. D. (1973) Learning achievement and the efficiency o learning the concept of vector addition at three different grade levels. Science Education, 57, 2, 179-191.
HABERLAND, K. (1999) Human memory: Exploration and Application. Boston, Allyn y Bacon.
HACKER, D. J., DUNLOSKI, J. y GRAESER, A. C. (1998) Metacognition in educational theory. Mahwah, Erlbaum.
HAHN, U. y CHATER, N. (1997) Concepts and similarity. En K. Lambers y D. Shanks (dirs.) Knowledge, concepts and categories. Cambridge, Mass. MIT Press, 43-92.
HALPERN, A. R. (1986) Memory for tune titles after organized or unorganized presentation. American Journal of Psychology, 99, 57-70.
HAMAKER, C. (1986) The effects of adjunct questions on prose learning. Review of Educational Research, 56, 2, 212-242.
HAWKINS, R. D. y BOWER, G. H. (1989) Computational models of learning in simple neural systems. The psychology of learning and motivation. Vol. 23. San Diego, Academic Press.
HEAPS, C. y NASH, M. (1999) Individual differences in imagination inflation. Psychonomic Bulletin and Review, 6, 313-318.
HEIT, E. y BARSALOU, L. W. (1996) The instantation principle in natural categories. Memory, 4, 413-451.
HERZ, R. S. y ENGEN, T. (1996) Odor memory: Review and analysis. Psychonomic Bulletin and Review, 3, 300-313.
HIDI, S. E. (1995) A re-examination of the role of attention in learning from text. Educational Psychology Review, 7, 4, 323-350.
HINTZMAN, D. L. (1993) Twenty-five years of learning and memory. Was the cognitive revolution a mistake? En D.E. Meyer y S. Kornblum (dirs.) Attention and Performace XIV. Cambridge Mass. MIT Press. 359-391.
HOCHBERG, J. (1978) Perception. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 2ª ed.
HOLLIS, K. S. (1997) Contemporary research on Pavlovian conditioning: A “new” functional analysis. American Psychologist, 52, 956-965.

HOWARD, R. W. (1995) Learning and memory: Major ideas, principles, issues and applications. Wesrport, Praeger.

HOWES, J. L. y KATZ, A. N. (1992) Remote memory: Recalling autobiographical and public events from across the lifespan. Canadian Journal of Psychology, 46, 92-116.

HUMPHREYS, G. W. (1984) Shape constancy. Perception and Psychology, 1, 50-65.

HYDE, T. S. y JENKINS, J. J. (1969) The differential effects of incidental tasks on the organisation of recall of a list of highly associated words. Journal of Experimental Psychology. 82, 472-481.

HYMAN, I. E. y PENTLAND, J. (1996) The rol of mental imagery in the creation of false childhood memories. Journal of Memory and Language, 35, 101-117.

IZAWA, Ch. (1999) On Human Memory: Evolution, progress and reflections on the 30 Anniversary of the Atkinson-Shiffrin Model. Mahwah, Erlbaum.

JOHNSON, K. R. y MERVIS, C. B. (1997) Effects of varying levels of expertise on the basic level of categorization. Journal of Experimental Psychology: General. 126, 248-277.

JOHNSON-LAIRD, P. N. (1983) Mental models: Toward a cognitive science of language, inference, and consciousness. Cambridge, Harvard University Press.

JOHNSTON, W. A. y HEINZ, S. P. (1978) Flexibility and capacity demands of attention. Journal of Experimental Psychology: General, 107, 420-435.

JOICE, B. y WEIL, M. (1985) Modelos de enseñanza. Madrid, Anaya. Trad. esp. de Models of Teaching, Englewood Cliffs, Pentice-Hall.

JORDAN, T. R. y BEVAN, K. M. (1994) Word superiority over isolated letters: The neglected case of forward masking. Memory and Cognition, 22, 133-144.

JULESZ, B. (1981) Figure and ground perception in brefly presented isodipole structura. En M. Kubovy y J. R. Pomeranz (dirs.) Perceptual organization. Hillsdale, LEA.

JUST, M. A. y CARPENTER, P. A. (1987) The psychology of reading and language comprensión. Boston, Allyn and Bacon.

KAHNEMAN, D. (1997) Atención y esfuerzo. B. Nueva. Traduc. español de de *Attentión and effort*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall. 1973.

KAMIN, L. J. (1969) Predictability, surprise, attention and conditioning. En B.A. Cambell y P.M. Church (dirs) Punishment and aversive behaviour. Nueva York, Appleton-Century-Crofts.

KANIZSA, G. (1980) Grammatica del vedere. Saggi su percezione e gestalt. Bologna. Il Mulino. Trad. esp. Gramática de la vision. Percepción y pensamiento. Barcelona, Paidós.

KEIL, F. C. (1995) The growth of causal understandings of natural kinds. En D. Sperber y D. Premack (dirs.) Causal cognition: A multidisciplinary debate. Nueva York, Oxford University Press.

KELLOGG, R. T. (2003) Cognitive Psychology. Tousand Oaks-Londres, Sage Publications.
KIEKOLT, J. K., PAGE, G. G., MARUCHA, P. T., MacCALLUM. R. C. y GLASER, R. (1998) Psychological influences on surgical recovery: perspectives from psychoneuroinmunology. American Psychologist, 53, 1209-1218.
KIMBALL, D. R. y HOLYOAK, K. J. (2000) Transfer and expertise. En E. Tulving y F.I.M. Craik, The Oxford Handoock of Memory. Oxford University Press. Nueva York, 109-124.
KINTSCH, W. (1986) Learning from texts. Cognition and Instruction, 3, 87-108.
KINTSCH, W. (1994) Text comprehension, memory, and learning. American Psychologist, 49, 294-303.
KINTSCH, W. (1998) Comprehension: a paradigm for cognition. Cambridge. Cambridge University Press.
KLAHR, D. y CARVER, S. M. (1988) Cognitive objectives in a Logo debugging curriculum: instruction, learning and transfer. Cognitive Psychology, 20, 362-404.
KLAUSMEIER, H. (1990) Conceptualizing. En B. Jones y L. Idol (dirs.) Dimensions of thinking and cognitive instruction. Hillsdale, Erlbaum, 93-138.
KNOWLTON, B. (1997) Declarative and nondeclarative knowledge: Insights from cognitive neuroscience. En K. Lamberts y D. Shanks (dirs) Knowledge, concepts and categories. Cambridge, MIT Press.
KORIAT, A., GOLDSMITH, M. y PANKY, A. (2000) Toward a psychology of memory accuracy. Annual Review of Psychology, 51, 481-537.
KOSSLYN, S. M. (1994) Image and brain: The resolution of the imagery debate. Cambridge, Mass, MIT Press.
KOSSLYN, S. M., BEHRGMANN, M. y JEANNEROD, M. (1995) The cognitive neuroscience of mental imagery. Neuropsychology, 33, 1335-1344.
KOSSLYN, S. (1981) Image and Mind, Cambridge, Mass, Harvard University Press.
KUBOVY, M. y POMERANTZ, J. T. (1981) Perceptual organization. Hillsdale, LEA.
KUHN, Th. (1975) La estructura de las revoluciones científicas. México, F.C.E.
LAHERA, J. (2005) Procesos y técnicas de trabajo en ciencias físicas. Madrid, Editorial CCS.
LAHERA, J. (2007) Aprendiendo Física básica en el laboratorio. Madrid, Editorial CCS.
LEE, F. J. y ANDERSON, J. R. (2001) Does learning of complex task have to be compex.: A study in learning descomposition. Cognitive Psychology, 42, 3, 267-316.
LEON, J. A.(2003) Conocimiento y discurso: claves para inferior y comprender. Madrid, Pirámide.
LEONARD, J. M. y WHITTEN, W. B. (1983) Information stored when expecting recall or recognition. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 9, 440-455.

LEVITIN, D. J. (1999) Memory for musical attributes. En P.R. Cook, Music, cognition and computerized sound: An introduction a Psychoacoustics. Cambidge, MIT Press, 209-227.

LEWIS, J. L. (1970) Semantic processing of unattended messages using dichotic listening. Journal o Experimental Psychology, 85, 225-228.

LIEURY, A. y DE LA HAYE, F. (2004) Psychologie de l' education. París, Dunod.

LINDSAY, D. C. y BRIERE, J. (1997) The controversy regarding recovered memories of childhood sexual abuse. Journal of Interpersonal Violence, 12, 631-647.

LINDSAY, D. S. y READ, J. D. (1994) Psychoterapy and memories of childhood sexual abuse: A congnitive perspective. Applied Cognitive Psychology, 8, 281-338.

LINN, M. C., SONGER, N. B. y EYLON, B. (1996) Shifts and convergences in science learning and instruction. En D.C. Berliner y R.C. Calfee (dirs.) The Handbook of Educational Psychology. Nueva York, Macmillan, 438-490).

LOCKHART, R. S. y CRAIK, F. I. M. (1990) Levels of processing: A retrospective commentary on a framework for memory research. Canadian Journal of Psychology, 44, 87-112.

LOFTUS, E. F. (1993) The reality of repressed memories. American Psychologist, 48, 518-537.

LOFTUS, E. F. (1997) Memory for a past that never was. Current directions in Psychological Science, 6, 60-65.

LOFTUS, E. F. (1998) Imaginery memories. En M.A. Conway y S.E. Gathercole, Theories of Memory II, Hove, Psychology Press, pp. 135-145.

LOFTUS, E. F. (2000) Remembering what never happened. En E. Tulving (Dir.), Memory, consciousness and the brain. The Tallin Conference. Philadelphia. Psychology Press. pp. 106-118.

LOFTUS, E. F. y KETCHAM, K. (1991) Witness for the Defense: The accused, the eyewitness and the expert who puts memoy on trial. Nueva York, St. Martin's Press.

LOFTUS, E. F. y KETCHAM, K. (1994) The myth of repressed memories: False memories and allegations of sexual abuse. Nueva York, St. Martin's Press.

LOFTUS, E. F. y PALMER, J. (1974) Reconstruction of automovile destruction: An example of the interaction between langage and memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 13, 585-589.

LOGAN, G. D. (1990) Repetition priming and automaticity: Common underlying mechanisms? Cognitive Psychology, 22, 1-35.

LORCH, R. F. y LORCH, E. P. (1995) Effects of organizational signals on text-processing strategies. Journal of Educational Psychology, 87, 4, 537-544.

LUNA, D. y TUDELA, P. (2006) Percepción visual. Madrid, Trotta.

MACKAY, D. G. (1973) Aspects of the theory of comprehension, memory and attention. Quarterly Journal of Experimetal Psychology, 25, 22-40.

MACKINTOSH, N. J. (1983) Conditioning and asociative learning. Oxford, Clarendon Press. Trad. español Condicionamiento y aprendizaje asociativo. Madrid, Alambra. 1987.
MAHONEY, M. J. (1983) Cognición y modificación de la conducta. México, Trillas. Traduc. de Cognition and behavior modification. Cambridge, Mass. Ballinger. 1974.
MAHONEY, M. J. y FREEMAN, A. (1990) Cognición y psicoterapia. Barcelona, Paidós. Trad. española de Cognition and psychotherapy. Nueva York, Plenum Press.
MANTYLA, T. (1986) Optimizing cue effectiveness: Recall of 500 and 600 incidentally learned words. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 12, 66-71.
MANTYLA, T. (1997) Recollections of faces: remembering differencies and knowing similarities. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 23, 1203-1216.
MARCEL, A. (1983) Conscious and unconscious perception: experiments on visual masking and word recognition. Cognitive Psychology, 15, 197-237.
MARKMAN, A. B. y WISNIEWSKY, E. J. (1997) Similar and different: The differentiation of basic level categories. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 23, 54-70.
MARKMAN, A. B. (1999) Knowledge representation. Mahwah, Erlbaum.
MARR, D. (1982) Vision: A computational investigation into the human representation and processing of visual information. San Francisco, Freeman.
MARTIN, V. y PRESSLEY, M. (1991) Elaborative integration effects dependent of the nature of the question. Journal of Educational Psychology, 83, 253-263.
MATLIN, M. W. (2002) Cognition. 5ª ed. Orlando, Harcourt College Publishers.
MATLIN, M. W. y otros.(1979) Evaluative meaning as a determinant of spew position. Journal of General Psichology, 100, 3-11.
MAYOR, J. (1980) Orientaciones y problemas de la psicología cognitiva. Análisis y modificación de la conducta, V. 6, 11-12, 213-278.
MAYOR, J. (1985) Actividad humana y procesos cognitivos, en J. Mayor (dir), Actividad humana y procesos cognitivos. Madrid, Alambra, 3-40.
MAYOR, J. (1986) Categorías. En J. L. Vega, Psicología de la Educación. Madrid, Anaya.
MAYOR, J. y PINILLOS, J. L. (1992) Tratado de Psicología General. Madrid, Alambra.
McCLELLAND, J. L. (1988) Connetionist models and psychological evidence. Journal of Memory and Language, 27, 107-123.
McCLELLAND, J. L. (1995) Constructive memory and memory distorsions: A parallel-distributed processing approach. En D. I. Schacter (dir.) Memory distor-

sions: How mids, brains and societies reconstruct the past. Cambridge, Harvard University Press, 69-90.

McCLELLAND, J. L. (2000) Connectionist models of memory. En E. Tulving y F.I.M. Craik, The Oxford Handbook of Memory. Nueva York, Oxford University Press, 583-596.

McCLELLAND, J. L., McNAUGHTON, B. I. y O`REILLY, R. C. (1995) Why there are complementary learning systems in the hippocampus and neocortex: Insights from the success and failures of connetionist models of learning and memory. Psychological Review, 102, 419-457.

McCLELLAND, J. L., RUMELHART, D. E. y the PDP Rechearch Group (1986) Paralel Distributed Processing. Explorations in the Microstructure of Cognition, V.2. Massachussets, MIT Press.

McCLELLAND, J. L., RUMELHART, D. E. y HINTON, G. E. (1986) The appeal of parallel distributed proccesing. En D.E. Rumelhart y J.L. McClelland (dirs.) Parallel distributed proccesing: Explorations in the microstructure of cognition. Vol. 1 Fundations. Cambridge, MIT Press, 3-44.

McCLOSELY, M. (1983) Naive theories of motion. En D. Gentner y A. L. Stevens (dirs.) Mental models. Mahwah, Erlbaum, 71-94.

McDANIEL, M. A., BADDILL, P. J., y SHA KESBY, P. S. (1996) Study strategies, interest and learning from text: The application of material appropiate precessing. En D. J. Hermann y otros (dirs.) Basic and applied memory rechearch: Practical applications, V. 1, Mahwah, Erlbaum. 385-396.

McKOON, G. y RATCLIFF, R. (1992) Interference during reading. Psychological Review, 99, 440-466.

McLEOD, C. (1997) Is your attention under your control? The diabolic Sroop effect. Psychological Science Agenda, 6-7.

McNAMARA, T. P. (1994) Priming and theories of memory: A reply to Ratcliff and McKoon. Psychological Review, 101, 185-187.

MEDIN, D. L., ROSS. B. H. y MARKMAN, A. B. (2001) Cognitive Psychology. 3ª ed. Orlando, Harcourt College Publishers.

MEDIN, D. L. y ATRAN, S. (dirs.) (1999) Folkbiology. Cambridge, Bradford.

MEDIN, D. L., GOLDSTONE, R. L. y GENTNER, D. (1993) Respects for similarity. Psychological Review, 100, 254-278.

MEDIN, D. L. y HEIT, R. J. (1999) Categorization. En Dm Rumelhart y B. Martin (dirs.) Handbook of Cognition and Perception. San Diego, Academic Press, 99-143.

MEDIN, D. L., LYNCH, E. B., COLEY, J. D. y ATRAN, S. (1997) Categorization and reasoning among tree experts: Do all road lead to Rome? Cognitive Psychology, 32, 1, 49-96.

MEDIN, D. L., LYNCH, R. B. y SOLOMON, K. O. (2000) Are there kinds of concepts? Annual Review of Psychology.

MEDIN, D. L. y ROOS, B. H. (1989) The specific character of thought: categorization, problem solving and induction. En Stemberg, R.J. Advances in de psychology of human intelligence, vol 5, pp. 189-223. Hillsdale, Lawrence Erlbaum.

MEYER, D. E. y KIERAS, D. E. (1997) A computational theory of executive cognitive processes and multiple-task performance. Psychological Review, 104, 3-65.

MEYER, D. E. y SCHVANEVELDT, R. W. (1971) Facilitacion in recognizing pairs of words: Evidence of a dependece between retrieval operations. Journal of Experimental Psychology, 90, 227-234.

MIKAYE, A. y SHAK, P. (1999) Models of working memory:Mechanisms of active maintenance and executive control. Nueva York, Cambridge University Press.

MINSKY, M. (1977) A framework representing knowledge. En P.H. Winston (dir.) The psychology computer vision. Nueva York, McGraw-Hill.

MITCHELL, K. J. y JOHNSON, N. K. (2000) Source monitorig: atributing mental experiences. En E. Tulving y F. Craik (dirs.) The Oxford Handbook of Memory, Oxford Nueva York, Oxford University Press, pp.179-198.

MORA, F. (2005) Como funciona el cerebro. Madrid, Alianza Editorial.

MORAY, N. (1959) Attention in dichotic listening: affective cues and the influence of instructions. Quarterly Journal of Experimetal Psychology, 11, 56-60.

MOREIRA, M. A. (2000) Aprendizaje significativo: teoría y práctica. Madrid, Visor.

MOREIRA, M. A. (2002) A teoría dos campos conceptuais de Vergnaud, o ensino das ciencias e a pesquisa nesta área. Investigaçoes en Ensino de Ciencias, 7, 8.

MOREIRA, M. A. (2002) Aprendizaje significativo: interacción personal, progresividad y lenguaje. Burgos, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos.

MOSTERÍN, J. (1987) Racionalidad y acción humana. Madrid, Alianza Editorial.

MOSTERÍN, J. (2006) La naturaleza humana. Madrid, Espasa.

MURNANE, K. y PHELPS, M. P. (1993) A global activation approach to the effect of changes in environmental context on recognition. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 19, 882-894.

MILLER, G. A. (1956) The magical number seven plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. Psychological Review, 63, 81-97.

MURPHY, G. L. (1991) Parts in object concept: Experiments with artificial categories. Memoy and Cognition, 19, 423-438.

MURPHY, G. L. y WISNIEWSKY, E. J. (1989) Categorizing objects in insolation an in scenes: What a superordinate is good for. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 15, 572-586.

NAVEH-BENJAMIN, M. y AYRES, T. J. (1986) Digit span, reading rate and linguistic relativity. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 38, 739-751.

NAVON, D. (1977) Forest before the trees: The precedence of global features in visual perception. Cognitive Psychology, 6, 353-383.

NEATH, I. (1998) Human memory: An introduction to research, data and theory. Pacific Grove, Brooks/Cole.
NEISSER, U. (1976) Psicología cognoscitiva. México, Trillas. Trad. española de Cognitive psychology, Englewood Cliffs, Prentice-Hall.
NEISSER, U. (1998) Stories, selves, and schemata: A review of ecological findings. En M.A. Conway, S.E. Gathercole y C. Cornoldi (dirs.) Theories of Memory, II. Hove, Psychology Press. 171-186.
NEISSER, U. y HARSCH, N. (1992) Phanton flashbulbs: False recollections of hearing the news abaut Challeger. En Winograd, E. y Neisser, U. (directs) Affect and accuracy in recall: Studies of "flashbulb memories" Cambridge, R.U. Canbridge University Press, pp. 9-31.
NEISSER, U. y LIBBY, N. (2000) Remembering live experiences. En E. Tulving y F.I.M. Craik (Dirts) The Oxford Handboock of Memory. Oxford, University Press, pp. 315-332.
NEISSER, U., WINOGRAD, E. BERGMAN, E. T., SCHREIBER, C. A., PALMER, S. E. y WELDON, M. S. (1996) Remembering the earthquake. Direct experience versus hearing the news. Memory, 4, 337-357.
NELSON, T. O. (1999) Cognition versus metacognition. En R.J. Stemberg (dir.) The nature of cognition. Cambridge, Mass. MIT Press. 625-641.
NILSSON, L-G. (2000) Remembering actions and words. En E. Tulving y F.I.M. Craik, The Oxford Handoock of Memory. Oxford University Press. Nueva York, 137-148.
NOORDMAN, L. G. M., VONK, W. y KEMPFF, H. J. (1992) Causal inferences during the reading of expository texts. Journal of Memory and Language, 31, 573-590.
NORMAN, D. A. (1968) Toward a theory of memory and attention. Psychological Review, 75, 522-536.
NORMAN, D. A. (1984) El procesamiento de la información en el hombre: memoria y atención. Barcelona. Paidós.
NOSOTSKY, R. M. y PALMIERI, T. J. (1997) An exemplar-based radom walk model of speeded clasification. Psichological Review, 104, 266-300.
NOSOTSKY, R. M. y PALMIERI, T. J. (1998) A rule-plus-exception model for clasifying objets in continous-dimension spaces. Psychonomic Bulletin and Review, 5, 345-369.
NOVAK, J. D. (1998) Conocimiento y aprendizaje. Madrid. Alianza Editorial.
NOVAK, J. D. y CAÑAS, A. J. (2006) The theory underlying concept maps and how to construct then. Florida Institute for Human and Machine Cognition.
O' SULLIVAN, J. T., HOWE, M. L. y MARCHE, T. A. (1996) Children' s beliefs about long-term retention. Child Development, 67, 2989-3009.
OSBORNE, R. y FREYBERG, R. (1985) Learning science. Portsmouth, Heinemann.

PAIVIO, A. (1971) Imagery and verbal procesess. Nueva York, Holt, Rinehart and Winston.
PAIVIO, A. (1983) The empirical case for dual coding. En Yuille, J. (dir.) Imagery, memory and cognition:Essays in honor of Allen Paivio. Hillsdale, Lawrence Erlbaum, pp. 307-332.
PAIVIO, A. (1986) Mental representation: A dual coding approach. Nueva York, Oxford University Press.
PAIVIO, A. (1995) Imagery and memory. En M.S. Gazzaniga (dir.) The cognitive neurosciences. Cambridge, Mass. MIT Press. 977-986.
PALMER, J. (1990) Attentional limits on the perception and memory of visual information. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 16, 332-250.
PALMER, S. E. (1992) Common region: A new principle of perceptual grouping, Cognitive Psychology, 29, 441-473.
PALMER, S. E. (1999) Vision science: Photons to phenomenology. Cambridge, MIT Press.
PALMERI, T. J. (1997) Exemplar similarity and the development of automaticity. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 23, 2, 324-354.
PANIAGUA, A. y MENESES, J. A. (2006) Teoría reformulada de la asimilación: análisis, interpretación, coincidencias y diferencias con la teoría de la asimilación de Ausubel. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 5, 1, 161-183.
PAPAGNO, C., VALENTINE, T. y BADDELEY, A. (1991) Phonological short-term memory and forein language vocabulary learning. Journal of Memory and Language, 30, 331-347.
PAPAGNO, C. y VALLAR, G. (1992) Phonological short-term memory and the learning of novel words: The effect of phonological similarity and item length. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 44A, 47-67.
PARASURAMAN, R. (1998) The attentive brain. Cambridge, MIT Press.
PARKIN, A. J. (1984) Levels of processing, context, and facilitation of pronuntiation. Acta Psychology, 55, 19-29.
PASCUAL-CASTROVIEJO, J. (2004) Síndrome de deficit de atención con hiperactividad, 3ª ed. Barcelona, Viguera Editores.
PASHLER, H. y JOHNSON, J. C. (1998) Attention limitations in dual-task performance. En Pashler, Attentión, pp. 155-198. East Sussex, Psychology Press.
PELECHANO, V. (1980) Modelos básicos de aprendizaje. Valencia, Alfaplus.
PELLEGRINI, A. D. y HORVAT, M. (1995) A developmental contextualist critique of attention deficit hyperactivity disorder. Educational Researcher, 24, 1, 13-19.
PEREZ GOMEZ, A. I. (2007) La naturaleza de las competencies básicas y sus aplicaciones pedagógicas. Santander, Consejería de Educación.

PETTY, O. y JANSSON, L. (1987) Secuencing examples to facilitate concepts attainment. Journal for Research in Mathematics Education, 18, 112-125.
PIAGET, J. (1967) Biologie et connaissance. París, Gallimard
PIAGET, J. (1960) Psicología de la inteligencia. Buenos Aires, Psique.
PINILLOS, J. L. (1982) Principios de psicología. Madrid, Alianza. (10ª ed.).
PINTRICH, P. R., MARX, R. W. y BOYLE, R. A. (1993) Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and clasroom contextual factors in process of conceptual change. Review of Educational Research, 63, 167-199.
POLAINO-LORENTE, A. y AVILA, C. (1999) Como vivir con un niño/a hiperactivo/a: comportamiento, diagnóstico, tratamiento, ayuda familiar y escolar. Madrid, Narcea.
POMERANTZ, J. R. (1981) Perceptual organization in information processing. En M. Kubovy y J.R. Pomerantz, (dirs.) Perceptual organization. Hillsdale, LEA.
POZO MUNICIO, J. I. (2003) Aprendices y maestros. La nueva cultura del aprendizaje. Madrid, Alianza.
POZO MUNICIO, J. I. (2003b) Adquisición del conocimiento. Madrid, Morata.
PRESSLEY, M., BORKOWSKI, J. G. y SCHNEIDER, W. (1987) Cognitive strategies: Good strategies users coordinate metacognition and knowledge. Rn R. Vasta y G. Whieehurst (dirs.) Annals of Child Development, vol V. Greenwich, JAI, 89-129.
PRIETO, Mª. D. y FERRANDIZ, C. (2001) Inteligencias múltiples y curriculum escolar. Málaga, Aljibe.
PUNDIK, J. (2006) El niño hiperactivo, deficit de atención y fracaso escolar. Madrid, Filium.
PYLYSHYN, Z. W. (1981) The imagery debate: Analogue media versus tacit knowledge. Psychological Review, 88, 16-45.
PUENTE FERRERAS, A. (2003) Cognición y aprendizaje. Fundamentos de psicología.2ª ed. Madrid, Pirámide.
QUILLIAN, M. R. (1968) Semantic memory. En M. Misnky (dir.) Semantic information precessing. Cambidge, MIT Press. 21-56.
RAAIJMAKERS, J. W. (1993) The story of the two-store modelo f memory: Past criticisms, current status an future directions. En D.E. Meyer y S.Kornblum (dirs.) Attention and PerformanceXIV. Cambidge, Mass. MIT Press.
RAJARAM, S. (1993) Rememberig and knowing: Two means of access to the personal past. Memory and Cognition, 21, 89-102.
RAWINOWITZ, J. C. y CRAIK, F. I. M. (1986) Specific enhancement effects associated with word generation. Journal of Memory and Language, 25, 226-237.
READ, D. y CRAIK, F. I. M. (1995) Earwitness identificacion: Some influences on voice recognition. Journal of Experimental Psychology: Applied, 1, 6-18.
REIGELUTH, C. M. (2000) Diseño de la instrucción. Teorías y modelos. Madrid, Santillana.

RELCH, D. R. y LESLIE, L. (1998) Effect of prior knowledge on good and poor readers' memory of text. Journal of Educational Psychology, 80, 16-20.
RESCORLA, R. A. (1967) Pavlovian conditioning and its proper control procedures. Psychological Review, 74, 71-80.
RESCORLA, R. A. (1988) Pavlovian conditioning: It's not what you think it is. American Psychologist, 45, 151-160.
RESCORLA, R. A. y WAGNER, A. R. (1972)A theory of pavlonian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. En A.H. Black y W.F. Prokasy (dirs.) Clasical conditioning II. Current theory and research. Nueva York, Appelton.
RESTLE, F. (1982) Coding theory as a integration of Gestalt Psychology and information processing theory. En J. Beck, Organitation and representation in perception. Hillsdale, LEA.
RICHARDSON, J. T. E. (1998) The availability and effectiveness of reported mediators in associative learning. A historical review and experimental investigation. Psychonomic Bulletin and Review, 5, 597-614.
RIVAS NAVARRO, M. (2002) Eficacia de la metodología de los microgrupos en el aprendizaje curricular. Madrid, Consejería de Educación.
RODRIGO, M. J., RODRÍGUEZ, A. y MARRERO, J. Dirs.(1993) Las teorías implícitas: una aproximación al conocimiento cotidiano. Madrid, Visor.
RODRÍGUEZ PALMERO, M. L. (2004) La teoría del aprendizaje significativo. Proc. of the First Conference on Concepts Mapping. Pamplona.
RODRÍGUEZ PALMERO, M. L. (2003) Modelos mentales de célula: una aproximación a su tipificación con una muestra de estudiantes de COU. S. de Publicaciones. Universidad de La Laguna.
ROEDIGER, H. L. y GUYNN, J. M. (1996) Retrieval process. En E.L. Bjork y R.A, Bjork (dirs.) Handbook of Perception and Cognition. San Diego, Academic Press, Vo. 10, 197-236.
ROEDIGER, H. L. y McDERMOTT, K. B. (1995) Creating false memories: Remembering words non presented in lists. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 21, 803-814.
ROEDIGER, H. L., McDERMOTT, K. B. y ROBINSON, K. J. (1998) The role of associative processes in producing false remembering. En M. Conway, S. Gathercole y C. Cornoldi (dirs.) Theories of Memory II Hove, Psychology Press, 187-246.
ROEDIGER, H. L. y McDERMOTT, K. B. (2000) Distorsions of memory. En E. Tulving y F. I. M. Craik, The Oxford Handoock of Memory. Oxford University Press. Nueva York, 149-164.
ROSCH, E. y MERVIS, C. B. (1975) Family resemblances:Studies in the internal structure of categories. Cognitive Psychology, 7, 573-605.

ROSCH, E., MERVIS, C. B., GRAY, W. D., JOHNSON, D. M. y BRAEM, P. (1976) Basic objects in natural categories, Cognitive Psychology, 8, 382-439.

ROSENBAUM, D. A. (1991) Human motor control. San Diego, Academic Press.

ROSS, B. H. y KENNEDY, P. T. (1990) Generalizing from the use of earlier examples in problem solving. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 16, 42-55.

ROSSELLÓ, J. y SANCHEZ-CAVACO, A. (1999) Atención y percepción. Madrid, Alianza Editorial.

RUBIN, D. C. (1996) Remembering our past: Studies in autobiographical memory. Nueva York, Cambridge University Press.

RUBIN, D. C. y WENZEL, A. E. (1996) One hundred years of forgetting: a quantitative description. Psychological Review, 103, 734-760.

RUECKL, J. G. y ODEN, G. C. (1986) The integration of contextual and featural information during word identification. Journal of Memory and Language, 25, 445-460.

RUIZ, L. M. (1994) Deporte y aprendizaje. Procesos de adquisición y desarrollo de habilidades. Madrid, Visor.

RUIZ-VARGAS, J. Mª. (2002) Memoria y olvido.Perspectivas evolucionista, cognitiva y neurocognitiva. Madrid. Ed. Trotta.

RUMELHART, D. E. y McCLELLLAND, J. L. (1982) An interactive activation model of context effects in letter perception. Psychological Review, 89, 60-94.

RUMELHART, D. E., McCLELLAND, J. L. y the PDP Rechearch Group (1986) Paralel Distributed Processing. Explorations in the Microstructure of Cognition, V.2. Massachussets, MIT Press. Trad.esp. Procesamiento distribuido en paralelo. Madrid, Alianza Editorial.

RUMELHART, D. R. y TODD, P. M. (1993) Learning and connetionist representations. En D.E: Meyer y S. Kornblum (dirs.) Atention and performace. Synergies in experimental psychology, artificial intelligence and cognitive neuroscience. Cambridge, MIT Press, 3-30.

RYCHEN, D. S. y SALGANIK, L. H. (2002) (dirs) Definir y seleccionar las competencies fundamentales para la vida. México, F.C.E.

SACKS, O. (1987) El hombre que confundió a su mujer con un sombrero. Barcelona, Muchik Editores. Trad. Español de The man who mistook his wife for a hat. Nueva York. Summit Books, 1985.

SCHACTER, D. L. (1999) The seven sins of memory: Insights from psycholoy and cognitive neuroscience. American Psychologist, 54, 182-203.

SCHACTER, D. L. (2007) Los siete pecados de la memoria: cómo olvida y recuerda la mente. Barcelona, Ariel.

SHANK, R. C. y ABELSON, R. P. (1977) Scipts, plans, goals and understanding: An inquiry into human knowledge structures. Hillsdale, Erlbaum. Trad. esp. Guiones, planes, metas y entendimiento. Barcelona, Paidós.

SHANK, R. C. y ABELSON, R. P. (1995) Knowledge and memory: The real story. En R.S. Wyer, (dir) Knowledge and memory. Hillsdale, Erlbaum, pp. 1-85.
SCHNEIDER, D. M. y WATKINS, M. J. (1996) Response conformity in recognition testing.Psychonomic Bulletin and Review, 22, 36-71.
SCHNEIDER, W. y SHIFFRIN, R. M. (1977) Controlled and automatic human information precessing: I. Detection, search and attention. Psychological Review, 84, 1-66.
SCHNOTZ, W., VOSNIADOU, S. y CARRETERO, M. (2006) (dirs.) Cambio conceptual y educación. Buenos Aires, AIQUE.
SCHULTHEIS, H., BARKOWSKY, T. y BERTEL, S. (2006) LTM^C. An improved long-term memory for cognitive architectures. En Proceedings or the Seventh International Conference on Cognitive Modeling, pp. 274-279.
SCHYNS, P. G. y OLIVA, A. (1999) Dr. Angry and Mr. Smile: When categorization flexibility modifies the perception of faces in rapid visual presentations. Cognition, 69, 243-265.
SCHYNS, P. G., GOLDSTONE, R. L. y THIBAUT, J. P. (1998) The development of features in object concepts. Behavioral and Brain Sciences, 21, 1-54.
SCHYNS, P. G. y RODET, L (1997) Categorization creates functional feautures. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 23, 681-696.
SERVICE, E. (1992) Phonology, working memory and foreing-language learning. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 45A, 21-50.
SHANNON, C. E. y WEAVER, W. (1949) The mathematical theory of communication. Urbana, The University of Illinois Press.
SHEPARD, R. N. y COOPER, L. A. (1982) Mental images and their transformations. Cambridge, MIT Press.
SHEPARD, R. N. y METZLER, J. (1971) Mental rotation of thee-dimensional objects. Science, 171,701-703.
SHEPARD, R. N. (1990) Mind sight. Nueva York, Freeman.
SHERMAN, J. W. (1996) Development and mental representation of stereotypes. Journal of Personality and Social Psychology, 70, 1126-1141.
SHIFFRIN, R. M. (1976) Capacity limitations in information processing, attention and memory. En W.K. Estes (dir.) Handbook of learning and cognitive processes. Mahwah, Erlbaum, 64-92.
SHIFFRIN, R. M. (1999) 30 years of memory. En C. Izawa (dir.) On human memory: evolution, progress and reflexions on the 30 Anniversary of the Atkinson-Shiffrin Model. Mahwah, Erlbaum. 17-33.
SHIFFRIN, R. M. y SCHNEIDER, W. (1977) Controlled and automatic human information precessing: II. Perceptual learning, automatic attending and general theory. Psychological Review, 84, 127-190.

SHIFFRIN, R. M. y STEIVERS, M. (1997) A model for recognition memory: Rem. Retrieving effectively from memory. Psychonomic Bulletin and Review, 4, 145-166.

SHIPLEY, Y KELLMAN, (2001) From fragments to objects: Grouping and segmentation in vision. Elsevier Press.

SIERRA, V. (1992) Procesamiento visual inicial: aspectos biológicos, psicofísicos y computacionales del análisis espacial de imágenes por el sistema visual humano. En J. Mayor y J. L. Pinillos, Tratado de Psicología General. Madrid, Alambra.

SINGER, M. y KINTSCH, W. (2001) Text retrieval. A theoretical exploration. Discurse Processes, 31, 27-59.

SINGLEY, N. K. y ANDERSON, J. R. (1989) Transfer of cognitive skills. Cambridge, Harvard University Press.

SLAVIN, R. E. (1986) Educational Psychology: theory and practice. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.

SLOMAN, S. A., LOVE, B. C. y AHN, W. (1998) Feauture centrality and conceptual coherence. Cognitive Science, 22, 189-228.

SMITH, S. M. (1986) Environmental context-dependence recognition memory using a short-term input. Memory and Cognition, 14, 347-354.

SMITH, S. M. (1994) Theoretical principles of context-dependence memory. En P. R. Morris y M. Grunemberg (dirs.) Theoretical aspects of memory. 2ª ed. Londres, Routledge

SMITH, E. E. y JONIDES, J. (1995) Woking memory in humans: Neuropsychological evidence. En M. Gazzaniga (dir.) The cognitive neurosciences. Cambridge, Mass. MIT Press. 109-120.

SPERLING, G. (1960) The information available in brief visual presentatios. Psychological Monographs, 74.

SPERRY, R. W. (1993) The impact and promise of the cognitive revolution. American Psychologist, 48, 878-885.

SPILICH, G. J., VESONDER, G. T., CHIESI, H. L. y VOSS, J. F. (1979) Text processing of domain-related information for individuals with high and low domain knowledge. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 18, 455-483.

SPORER, S. L. (1991) Deep-deeper-deepest. Encoding strategies and the recognition of human faces. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 17, 323-333.

STANOVICH, K. E. (1990) Concepts in developmental theories of reading skill: Cognitive resources, automaticity and modularity. Developmental Review, 10, 72-100.

STORMS, G., De BOECK, P. y RUTS, W. (2000) Prototipe and exemplar based information in natural language categories. Journal of Memory and Language.

STYLES, E. A. (2000) Psychology of attention. East Sussex, Psychology Press.

SWELLER, J. (1994) Cognitive load theory, learning difficulty and instructional design. Learning and Instruction, 4, 295-312.

SWELLER, J. y CHANDLER, P. (1991) Evidence for cognitive load theory. Cognition and Instruction, 8, 351-362.

SWELLER, J. y CHANDLER, P. (1994) Why some material is difficult to learn. Cognition and Instruction, 12, 185-233.

SWELLER, J., VAN MERRIENBOER, J. G. y PAAS, F. G. (1998) Cognitive architecture and instructional design. Educational Psychology Review, 10, 424-436.

SYMONS, C. S. y JOHNSON, B. T. (1997) The self-reference effect in memory: a meta-análisis. Psychological Bulletin, 121, 371-394.

TARPY, R. M. (1986) Aprendizaje y motivación animal. Madrid, Debate. Trad. esp.de Principles of animal learning and motivation. Scott, Foresman and Co.

TARPY, R. M. (1999) Aprendizaje: teoría e investigación contemporanea. Madrid, McGraw-Hill.

TELLEZ, J. A. (2004) La comprensión de los textos escritos y la psicología cognitiva. Madrid, Dykinson.

TENNYSON, R. D. y COCCHIARELLA, M. J. (1986) An empirically based instructional design theory for teaching concepts. Review of Educational Research, 56, 40-71.

TENNYSON, R. y PARK, O. (1980) The teaching of concepts: A review of instructional design research literature. Review of Educational Research, 50, 55-70.

THORNDIKE, E. (1911) Animal Psychology:Experimental Studies. Nueva York, Macmillan.

THORNDIKE, E. (1913) The psychology of learning: Educational Psychology. Nueva York, Teacher College Press.

TOLMAN, E. C. (1932) Purposive behavior in animal and men. Nueva York, Appleton.

TORRES, E. y CONDE, M. E. (1994) Medios audivisuales y desarrollo social. En M. J. Rodrigo (dir.) Contexto y desarrollo social. Madrid, Síntesis.

TREISMAN, A. (1993) The perception of feature and objects. En Baddeley, A. y Weiskrantz, L. Attentión: Seleccion, awareness and control. Oxford, Clarendon.

TREISMAN, A. y GELADE, G. (1980) A feature-integration theory of attention. Cognitive Psychology, 12, 97-136.

TREISMAN, A. y SATO, S. (1990) Conjunction search revisited. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 16, 459-478.

TREISTMAN, A. (1960) Contextual cues in selective listening. Quarterly Journal of Experimetal Psychology, 12, 242-248.

TULVING, E. (1983) Elements of episodic memory. Nueva York, Oxford University Press.
TULVING, E. (1985) How many memory systems are there? American Psychologist, 40, 385-398.
TULVING, E.(1993) Varieties of consciousness and levels of awareness in memory. En A. Baddeley y L. Weiskrantz (dirs.) Attention: Selection, awareness and control. A tribute to Donald Broadbent. Oxford, Oxford University Press, 283-299.
TULVING, E. (1999) Study of memory: Processes and systems. En J.K. Foster y M. Jelicic (dirs.) Memory: Systems process or function? Oxford, Oxford University Press, 11-30.
TULVING, E. (2001) Origin of autonoesis in episodic memory. En H.I. Roediger, J.S. Nairne, I. Neath y A.M. Surprenant (dirs.) The nature of remembering. Essays in honor of R. G. Crowder. Washington, DC, APA.
TULVING, E. (2002) Episodic memory: From mind to brain. Annual Review of Psychology, 52,1, 1-25.
TULVING, E. y LEPAGE, M. (2000) Where in the brain is the awareness of one' past? En D.I. Schacter y E. Scarry (dirs.) Memory, brain and belief. Cambridge, Mass. Harvard University Press, 208-228.
TULVING, E. y MARKOWISTCH H. J. (1998) Episodic and declarative memory: Role of the hippocampus. Hippocampus, 8, 198-204.
TURING, A. (1936) On computable numers, with an application to the Entscheidung problem. Procedins of the London Mathematical Society, 42, 230-265.
TVESRKY, B. y HEMENWAY, K. (1984) Objects, parts and categories. Journal of Experimental Psychology: General, 113, 169-193.
UNDERWOOD, B. J. y PEZDEK, K. (1998) Memory suggestibility as an exemple of the sleeper effect. Psychonomic Bulletin and Review, 5, 449-453.
VANDERSTOEP, S. W. y SEIFET, C. M. (1994) Problem solving, transfer and thinking. En P.R. Pintrich, D.R. Brown y C.E. Weinstein (dirs.) Students motivation, cognition and learning. Hillsdale, Erlbaum, pp. 27-49.
VANDERSTOEP, S. W. y SEIFET, C. M. (1994) Learning "how" versus learning "when": Improving transfer of problem-solving principles. Journal of Learning Sciences, 3, 93-111.
VERGNAUD, G. (1990) La theorie des champes conceptuels. Recherches en Didactique des Mathematiques., 10, 23, 133-170.
VOSS, J. F. y CARRETERO, M. (1998) Learning and reasoning in history: Londres, Wobum Press.
VYGOTSKY, L. S. (2000) Pensamiento y lenguaje. Barcelona. Paidós.
WALKER, W. R., VOGL y THOMPSON, C. P. (1997) Autobiographical memory: Unpleasantness fades faster than pleasantness over time. Applied Cognitive Psychology, 11, 399-413.

WALTER, I. y HULME, C. (1999) Concrete words are easier tu recall than abstracts. Evidence for a sematic contribution to short-term serial recall. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition. 25, 1256-1271.

WANG, G. y THOMAS, M. H. (1999). In defense of keyword experiments. A replic to Gruneberg's commentary. Applied Cognitive Psychology, 13, 283-287.

WARD, M. y SWELLER, J. (1990) Structuring effective worked examples, Cognition and Instruction, 7, 1-39.

WEAVER, C. A. (1993) Do you need a flash to form a flash bulb memory? Journal of Experimental Psychology: General. 122, 39-46.

WATTENMAKER, W. (1995) Knowlwdge structures and linear separability: Integrating information in object and social categorization. Cognitive Psychology, 28, 274-328.

WHITE, B. Y. (1993) Thinker tools: Causal models, conceptual change and science education. Cognition and Instruction, 10, 1-10.

WICKELGREN, W. A. (1979) Cognitive psychology. Englewood Cliffs, Prentice-Hall.

WICKENS, D. D. (1980) The structure of attentional resources. En R.S. Nickerson (dir.) Attention and Performace VIII. Hillsdale, Erlbaum.

WIENER, N. (1948) Cybernetics or control and communication in the animals and the machines. Cambridge, Mas. MIT Press. Trad. Esp. Madrid, Guadiana.1971.

WIENER, N. (1958) Cibernética y sociedad. Buenos Aires, Editorial Sudamericana.

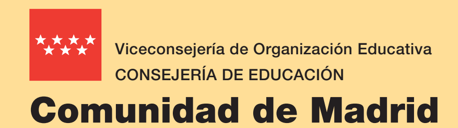
WITTROCK, M. C. (1974) Learning as generative process. Educational Psychologist, 11, 87-95.

WOOD, N. y COWAN, N. (1995) The cocktail party phenomenon revisited: how frequent are attention shifts to one's name in an irrelevant auditory channel?.Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 21, 255-260.

YELA, M. (1974) La estructura de la conducta. Estímulo, situación y conciencia. Madrid, Real Academia de Ciencias Morales y Políticas.

YELA, M. (1980) La evolución del conductismo. Análisis y modificación de la conducta, 6, 11-12, 147-180.

ZARAGOZA, M. S. y MITCHELL, K. J. (1996) Repeated exposure to suggestion and the creation of false memories, Psichological Science, 7, 294-300.


Viceconsejería de Organización Educativa
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN
Comunidad de Madrid


9 788445 131329